Digitized by Google

Ex
Libris
Friderici Speiser J·V·D·
Presbyteri Basileensis

UNIVERSITY OF WISCONSIN
LIBRARY

Digitized by Google

Ueber

Kosmogonie

vom

Standpunkt christlicher Wissenschaft

mit einer

Theorie der Sonne

und einigen darauf bezüglichen

Philosophischen Betrachtungen

von

Karl Braun, S. J.

Dr. Th. et Ph.
emeritirtem Director der Erzbischöflich-Haynald'schen Sternwarte in Kalocsa,
d. Z. in Mariaschein in Böhmen.

Münster, 1889.

Druck und Verlag der Aschendorff'schen Buchhandlung.

Digitized by Google

QB
981
B75

Seiner Hochgeboren

dem Herrn

Leopold Freiherrn von Lilienthal,

Römischen Graf,

Ritter des päpstlichen Christus-Ordens;
Seiner päpstlichen Heiligkeit Geheimen Kämmerer,
Großkreuz des Ordens vom heiligen Grabe in Jerusalem,
Ritter des österr. kaiserl. Ordens der Eisernen Krone III. Klasse
und des kaiserl. österr. Franz-Joseph-Ordens;
Commandeur des päpstlichen Pius- und St. Sylvester-Ordens;
Ritter des päpstlichen Ordens Gregors des Grossen;
Oberst im Stabe des k. k. priv. bewaffneten Grazer Bürger-Corps,

dem edlen Gönner
und hochherzigen Wohlthäter
Gott wohlgefälliger Unternehmungen

in wahrer Hochachtung
und Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by Google

Inhalt.

I. S. 1—12. Einleitung und allererster Anfang; — erschienen in „Natur und Offenbarung", März 1885.

Ueber „Wissenschaft" im Verhältniß zur Ewigkeit des Stoffes S. 5. — Incompetenz der Wissenschaft in dieser Frage S. 6. — Lehre der Offenbarung 8. — Verhältniß der Offenbarung zur Wissenschaft 9. — Uebertreibung der Lehren der Offenbarung 10.

II. S. 12—22. Der Urstoff. — „Nat. u. Offenb." Mai 1885.

Methode des Nachweises 12 — ausgehend 1°. von der Erde 14 — 2°. von der Sonne ib. — 3°. vom Planetensystem 16 — Tangentialbewegung der Planeten 18 — Wahrscheinlichkeit eines ursprünglichen physischen Zusammenhanges 19 — 4°. vom Sternenhimmel 20 — Nebelflecken 20 — von der Rotation des Sonnenballes 21.

III. S. 22—36. Entstehung der Sonnen. — Juli 1885.

Einfachster Anfangszustand 22 — ob solche Entwickelungen nothwendig ib. — Die zwei wichtigsten Kräfte des Urstoffes 25. — Erster Anfang einer Zustandsänderung 27 — Nebel-Anballungen 28 — beginnendes Selbstleuchten 29 — Ausbildung der Sonne 30 — Hitze durch Verdichtung 31. Berechnung derselben 32 — Ansichten von Kant und Laplace 33 — Jetziger Wärme-Inhalt und Temperatur der Sonne 34.

IV. S. 36—65. Entstehung der Planeten-Systeme. — August 1885.

Rotation des ursprünglichen solaren Nebelballes 37 — Ansichten Laplace's, Ringtheorie 38 — Nachweise für deren Unzulänglichkeit 40 — Dieselbe würde zu rückläufigen Rotationen der Planeten führen 43 — Verbesserungsversuch von P. Epping 45 — Einführung der Gezeiten 46 — Damals diese unwirksam 47.

Wahre Ursache der Rotation, Zusammenstöße 49 — Größe des Entstehungsraumes der eindringenden Massen, Langsamkeit solcher Entwickelungen 52 — Bestätigung durch die Spiral-Nebel 53 — Erklärung der Langsamkeit der Rotationen im Verhältniß zu den Revolutionen ib. — Nachspiel an der Sonne in der variablen Rotation 54 — Entstehung der Planeten 55 — Ausbildung des Systems unter drei Kräften 56 — Erklärung der Rotation der Planeten 57 — Rechnung darüber 58 — Der Haupt-Antrieb zur Rotation in den höchsten Schichten 60 — Für Neptun bestand ein Laplace'scher Ring 61 — Einfluß der Gezeiten auf den Mond 61 — Die Erde war einige Zeit eine kleine Sonne 62, 63 — Die übrigen Planeten gleichfalls 64. —

V. S. 65—79. Weitere Bestätigungen und Einwendungen. — Dezember 1885.

Erklärung der Bewegungs-Richtung 66 — Erklärung der kleinen Abweichungen 67 — Einfluß von Stößen kosmischer Massen 69 — Rückläufigkeit des Neptuns-Mondes 71 — Trabanten des Uranus ib. — Erklärung der thermischen Erscheinungen 72 — Selbstleuchten des Jupiter ib. — Variable Rotation von Sonne und Jupiter 73 — Rotationsdauer der Planeten abhängig von Größe 73 — Rechnung dafür 74 — Dichte der Planeten, abhängig von Distanz 74 — Masse der Planeten gesetzmäßig 75 — Ursprung der Kometen 76 — Neue Sterne 78.

Digitized by Google

VI. S. 79—113. Beziehungen zur Entwickelung der einzelnen Körper. Geogonie. — März und Mai 1886.

Geogonische Entwickelungen 80 — Dampf-Atmosphäre und heftige Stürme derselben 81 — Erstes Regnen 82 — Urmeer 83 — Vulkanische Gebirge ib. Neptunische Gebilde 84 — Erdkruste unter den Ozeanen dicker 87 (cf. 305). — Langsamkeit der Vorgänge 89 — Großartigkeit der Erosionen 91 — Möglichkeit derselben und Rechnung darüber 92 — Jetziger Wärmeinhalt der Sonne 93 — Eiszeit 96 — Erklärung 98 — Existenz von Menschen zur Eiszeit 100 — Kosmogonische Erklärung einer Eiszeit 102 — Die Temperatur der Erde gegenwärtig wahrscheinlich zunehmend 103 — Deshalb keine Einschrumpfungen 103.

Die Planeten — muthmaßliches Alter 106 — Rother Fleck auf Jupiter 106 — Merkur 107 — Venus ib. — Mars 108.

Der Mond — Ringgebirge 109 — Vulkanische Thätigkeit auf dem Monde sehr gering ib. — Rillen 110 — Hypothetische Erklärung der Krater 110 (cf. 313) — und der Rillen 112.

Theorie der Sonne. S. 113—129. — August 1886. S. 129—145. — September 1886. — S. 145—167. — Dez. 1886.

Ursprung der Wärme der Sonne 115 — Temperatur; Druck im Inneren 116 — Gasförmiger oder flüssiger Zustand ib. . . .; Resultate von Beobachtungen 121 — Sonnenflecken und Rotation ib. — Periode derselben 122 — Chemische Stoffe 123 — Umkehrende Schicht, Chromosphäre, Corona ib. — Protuberanzen 124 — Photographische Beobachtungen ib. — Erklärung der variablen Rotation 126 — Stürme auf der Sonne 130 — Die primäre Bewegungs-Ursache ist vertikal 131 — Regnen auf der Sonne 132 — Erklärung des Glanzes der Photosphäre 133 — Granulation 134 — Bewegungs-Ursachen von unten 135 — Erklärung der Protuberanzen ohne Explosion 136 — Rechnung darüber 137 — Störungen aus dem tiefen Innern 139 — Erklärung der metallischen Eruptionen 142 — Erklärung der Flecken 143 — Bestätigung derselben 144 — Tendenz derselben zum Vorauseilen 146 — Horizontale Stürme 147 — nur aus sehr hohen Temperaturen erklärbar 147 — Rechnung dafür 150 — Zonenweises Auftreten 151 — Hypothetische Erklärung 153 — Periodicität 156 — Hypothetische Erklärung 157 — Denkbare mechanische Grund-Ursache 158 — Corona 159 — Periode der Activität 160 — Größe der Strahlenbündel 161 — Spectrum der Corona 162 — Nexus der Sonnenthätigkeit mit Polarlichtern und Erdmagnetismus 163 — Kein Stoff von der Sonne fortgeschleudert ib. — Elektrische Induction durch die Corona 164.

Einwendungen gegen die Sonnentheorie, 1°. aus der Absorption des Lichtes 165 — 2°. aus der Schärfe der Spectrallinien 166 (cf. 312). — 3°. aus der kritischen Temperatur 167 (cf. p. 312). —

Allgemeine Betrachtungen über Kosmogonie.

VII. S. 168—190. Ueber die langen Zeiträume in der Vergangenheit. — Mai 1887.

Die großen Zeiträume sind nicht gegen die christliche Philosophie oder Theologie 169 — auch nicht indirect 171 — Dieselben sind nicht zwecklos ib. — Absolute Größe der Zeiträume 173 — Länge der geologischen Perioden 175 — nicht bestimmbar aus der Rotation ib. — nur aus der Wärmestrahlung 177 — Abkühlung der Erde ib. — Aenderung der Rotationsdauer ib. — Größe der Wirkung der Gezeiten 178 Anm. — Größe der Ausstrahlung berechnet aus der Zustrahlung 181 — Resultate 182 — Alter der Steinkohlenformation 183 — Berücksichtigung der verschiedenen Entwickelungsstufen der Sonne 184 — Länge der geologischen Perioden nicht unter 14—20 Jahrmillionen 185 — genauere Betrachtung ib. — Resultate 188 — Die vorgeologischen Zeiträume weit länger ib.

Digitized by Google

VIII. S. 190—208. Ueber die behauptete Ewigkeit des Stoffes. — Juli 1887.

Die Ewigkeit des Stoffes kann von der Wissenschaft nicht bewiesen werden 190 — Etwas muß von Ewigkeit bestehen ib. — Merkwürdige irrige Entscheidung des menschlichen Geistes 191 — ohne Begründung in der Wissenschaft 192 — Die Ewigkeit des Stoffes der wahren Philosophie zuwider 193 — Unmöglichkeit einer unendlichen Zahl ib. — auch der Wissenschaft zuwider 195 — aus der beständigen Arbeitsleistung und Wärmeausstrahlung 197 — Die Idee eines ewigen Stoffes befriedigt nicht den Geist 198 — Der Stoff schwieriger denkbar als eine geistige Substanz 199 — Materielle Denkungsweise ib. — Die Ewigkeit des Schöpfers unterliegt nicht solchen Schwierigkeiten 200 — Ohne Annahme derselben viele Fragen ganz unlösbar 202 — Die Zweckmäßigkeit in der ganzen Natur ib. — Darwinismus ib. — Ursprung des Lebens 203 — Der gemäßigte Darwinismus mit der christlichen Lehre vereinbar 204 — Existenz der geschaffenen geistigen Wesen 204 — Freier Wille 205 — Wunderbare Ordnung im geistigen Leben 207 — Die Annahme eines ewigen Schöpfers ist dem Geiste höchst angemessen und ihn befriedigend 207 — Das Reich der Ideen nur in Gott begründet 208 — Aus der reinen Mathematik Gottes Existenz beweisbar 209 — Der Darwinismus zerstört dieses Reich 209 — Beweise für Gottes Dasein aus der Idee selbst 210 — zeigen wenigstens die Uebereinstimmung dieser Lehre mit den Denkgesetzen 211.

X. S. 212—234. Verhältniß der wissenschaftlichen Kosmogonie zur biblischen Schöpfungsgeschichte. — Februar 1888.

Die Darstellungen verschieden wegen Verschiedenheit der Standpunkte 214 — Der mosaische Bericht bezieht sich fast nur auf die Erde 218 — sollte die Woche symbolisiren 220 — die „Tage“ der heil. Schrift 221 — Der biblische Bericht ist wirklich historisch 221 — Harmonie desselben mit der wissenschaftlichen Kosmogonie 224 — Ueber „Himmel“, „Finsterniß“ ib. — Die Thätigkeit Gottes mit den natürlichen Ursachen 227 — Die „Tage“ nicht natürliche Tage 228 — Ob die Pflanzen früher als das Sonnenlicht 229 — ob vor den Thieren ib. — Die Entstehung der Sonne wie zu verstehen ib. — ob am 4ten Tag stattfand 231 — Die Zeitintervalle unbestimmt 233.

X. Weitere kosmogonische Entwickelungen in der Zukunft. S. 234—254 — Juni 1888; S. 254—273 — August 1888.

Der gegenwärtige Zustand der Erde sehr stabil 235 — Die Sonne noch nicht im Maximum ihrer Wärme-Entwickelung 236 — Numerische Angaben ib. — Die zukünftige Dauer noch mehr als hinreichend für alle Entwickelungen 237 . . . Geogonische Weiterbildungen ib. — astronomische 238 . . . Aber schließlich ist ein Ende 241 — Ob doch Rotationen und Umläufe ohne Ende 243 — triste Prognose 244 — von manchen Schriftstellern bestritten 245 — Wenn Ende, dann auch Anfang, folglich ein Schöpfer 246 — Herr von Prel's Ansichten ib. — nach physikalischen Gesetzen unhaltbar 247 — Ende unabweislich 248 — Schlechter Trost des Herrn v. Prel 249 — Unvernünftiger und vernünftiger Glaube an Auferstehung 249 — Mr. W. Siemens' Ansichten 250 — unhaltbar wegen Mangels an treibender Kraft 251 — weil Planetenbahnen gestört würden 252 — Rechnung hierfür 253 — Die Atmosphäre würde fort geblasen 254 — würde Kälte auf den Planeten entstehen ib. — Die Strahlung der Sonne nicht von Verbrennung 255 — auf der Sonne müßte Polarströmung bestehen ib. — ist unlogisch ib. — widerspricht der beobachteten Albedo der Planeten 256 — und der Strahlung der Fixsterne 257 — Ob überhaupt Versüngung durch Kreislauf möglich ib. — Es gibt in der Natur keinen Kreislauf im strengen Sinne 258 — Die gewaltige Ausstrahlung der Sonne

Digitized by Google

in den leeren Raum ist nicht Verschwendung 260 — vielmehr sehr weise Einrichtung 261 — Das Ende durch Erschöpfung unausweichlich 262.

Für einzelne Himmelskörper Ende durch Katastrophe wohl möglich 262 — für die Erde durch einen Komet 263 — Ob Kometenfurcht wissenschaftlich ganz abgethan sei 264 — Irrthum der Wissenschaft über Steinregen 264 — Ueber Einheit des Menschengeschlechtes 265 — über die Freiheit des Willens 266 — Ob Zusammenstoß unmöglich 267 — ob unschädlich 268 — Aehnliche Katastrophen früher 269 — wird nicht unversehens eintreten ib. — Lehre der Offenbarung hierüber 270 — ganz übereinstimmend mit der Wissenschaft 271 — wunderbare Voraussehung Christi 272.

XI. S. 273—296. Schlußbetrachtung. — November 1888.

Herrlichkeit des Weltgebäudes 273 — wunderbare Entstehung 274 — Ein Werk voll Weisheit 275 — geeignet und bestimmt für die Ausbildung des Geistes 276 — erweitert die Begriffe 276 — berichtigt Urtheile 278 — lehrt auch Höheres, Demuth 279 — wie gering die menschliche Wissenschaft 280 — lehrt Erkenntniß des Schöpfers 281 — Die Wissenschaft führt zu Gott 281 ... — Anekdote von Laplace 282 — Die Entstehung des Stoffes 283 — der Energie 284 — wissenschaftliche „Postulate" ib. — tiefe Weisheit 285 — ob „zu einfach" 285 — Einfluß des Glaubens an Gott auf den menschlichen Geist 285 .. — Eigenschaften des Schöpfers in der Schöpfung ausgeprägt 286 — ebenso ihre Harmonie 288 — Die Sonne ein Bild des Schöpfers 289 — Gott absolut unendlich 289 — Der Glaube erweitert und vertieft die Wissenschaft 289 .. — Abirrung der Menschen 290 — nicht durch Wissenschaft, sondern durch falschen Auctoritätsglauben 291 — Die Beweise nicht mathematisch scharf 291 .. — die empirischen Beweise fehlen nicht gänzlich 292 — Ob der ewige Schöpfer und eine geistige Substanz „undenkbar" 293 (cf. 200) — Die Schwierigkeit dagegen nicht bedeutend ib. — Die Wissenschaft nicht gegen den Glauben 294 — Uebernatürliche Lehren und Wirksamkeit Gottes 294 — Unvernünftige Zurückweisung derselben 295 — Schluß 296.

XII. S. 296—313. Nachträge und Berichtigungen. — Dezember 1888.

Wirkung der Gezeiten nur durch Reibung möglich 296 — Einfluß auf die Rotation des Mondes 297 — Gegen die Gezeitentheorie Darwins 298 — und dessen kosmogonische Hypothese 298 — Unrichtige Methode des Rückwärts-Schließens 298 — Ueber die Zusammenstöße kosmischer Massen 300 .. — Ob Kometenbahnen hyperbolisch 302 — Solche Stöße nicht „fortuitous" 303 — sehr wirkungsfähig 303 — Bestätigungen dieser Theorie 305 — Entstehung der Planeten in der 5fachen Distanz 305 — Ringbildung für Neptun ib. — Erdkruste unter den Ozeanen dicker 305 — Wärmestrahlung der Erde 306 — Gegenwärtiger Wärme-Inhalt der Sonne gegen Dr. A Ritter ib. — Kosmische Gasmassen nicht in indifferentem Gleichgewicht 306 — Alter der Sonne und der Planeten nach Ritter 307 — Temperatur der Sonne 308 — Stefan's Gesetz nicht rigoros ib. — Beweis für die höhere Temperatur der Sonne 308 .. — Druck im Centrum derselben gegen Clerke 309 — Vertheidigung der Fleckentheorie 310 — Begründung der variablen Rotation 310 — Hypothese eines inneren Sphäroides wohl haltbar 311 — Erklärung der Periodicität, Abweisung unbilliger Bekämpfung. 312 — Die kritische Temperatur nicht gegen unsere Sonnentheorie 313 — Die Feinheit der Spektrallinien ib. — Erklärung der wolkenförmigen Protuberanzen ib. — Abkühlung der Erde 313 — Entstehung der Mond-Krater 314 — Anekdote von P. Carafia 314. —

Digitized by Google

Vorwort.

Die folgenden Abhandlungen sind ursprünglich in der Zeitschrift „Natur und Offenbarung“ (Münster im Verlag der Aschendorffschen Buchhandlung) erschienen. Nur wenige und unbedeutende Aenderungen wurden bei diesem Sonderabdruck gemacht. Diese nun zu einem kleinen Werk angewachsene Arbeit kann somit keinen Anspruch darauf machen, als ein systematisch geordnetes Ganze und eine schulgerechte Darstellung des umfangreichen Stoffes zu gelten. Die einzelnen Artikel wurden vielmehr als Zwischenarbeit geschrieben zwischen andern dringenden Beschäftigungen, und zwar durchgehends fast unmittelbar vor der Drucklegung. Es ist daher wohl begreiflich und auch entschuldigbar, daß durch diese Art der Behandlung mit vielen großen Zwischenpausen die Einheit des Ganzen etwas gelitten haben wird, vielleicht auch einige Wiederholungen vorkommen konnten. Dennoch glaube ich hoffen zu dürfen, daß das Werkchen mit Interesse gelesen werden und eine wohlwollende Beurtheilung finden wird. In manchen wichtigen Punkten dürfte es wohl auch neue und richtige Anschauungen enthalten, oder doch dem mit dem Gegenstand vertrauten Leser Veranlassung bieten, den behandelten Stoff weiter zu verfolgen. Es lag ja auch nicht in meiner Absicht, alles Interessante zu sagen, was sich bei der Betrachtung eines so großen und lehrreichen Gegenstandes darbietet, und gar manche interessante Bemerkung habe ich nicht eingefügt, weil sie nicht in directer und enger Beziehung zu demselben stand. Dem einsichtsvollen Leser werden bei einiger Aufmerksamkeit auch solche etwas mehr abseits liegende Ideen sich leicht darbieten.

Digitized by Google

Bei der Beurtheilung und Bekämpfung von Ansichten, welche den meinigen entgegenstehen, bin ich vielleicht hie und da etwas zu scharf in der Ausdrucksweise gewesen. In meiner Absicht war das nicht gelegen, und namentlich ist mir die Absicht, persönlich zu verletzen, vollkommen fremd. Die etwaigen Fehler mögen gütig entschuldigt werden, namentlich von Seite derer, welche sich etwa getroffen fühlen könnten.

Sollte das Werkchen eine günstige Aufnahme finden, dann könnte ja wohl eine etwas verbesserte zweite Auflage erscheinen. In dieser Voraussicht würde ich es mit großem Dank annehmen, wenn mir von einsichtsvollen Beurtheilern nützliche Winke gegeben würden, durch welche der Werth des Werkchens erhöht werden könnte.

Mariaschein in Böhmen, im Dezember 1888.

C. Braun, S. J.

Digitized by Google

Einleitung.

Die kosmogonischen Theorien, welche von Kant und Laplace aufgestellt oder angebahnt wurden, haben ein wie es scheint noch stets zunehmendes Interesse gefunden und sind auch in der That von hoher Wichtigkeit. Dieselben sind nicht, wie die übrigen Errungenschaften der Astronomie, von spezifisch astronomischem Interesse, noch auch von bloß naturwissenschaftlicher Wichtigkeit; sie reichen vielmehr ziemlich tief in das Gebiet einer philosophischen Auffassung der gesammten Schöpfung. Und da gerade hier so tief eingreifende Controversen in unserer Zeit geführt werden, ja vielmehr auf dem Gebiet der menschlichen Erkenntniß der große Kampf zwischen Licht und Finsterniß in unserer Zeit gerade auf diese und damit zusammenhangende Fragen sich zugespitzt und concentrirt hat, so ist das allgemeine Interesse, welches diese Theorien besonders in den letzten Zeiten finden, leicht verständlich.

In „Natur und Offenbarung" ist aber meines Wissens eine ausführliche und gründliche Darlegung und Erörterung dieser Theorien noch nicht geboten worden. Es wird deshalb den Lesern dieser Zeitschrift wohl nur erwünscht sein, wenn diese Anschauungsweisen in ihren Hauptzügen vorgeführt und ihre Berechtigung sowie auch ihre philosophischen Consequenzen einigermaßen ins rechte Licht gestellt werden. Dies ist, was ich in gegenwärtiger Arbeit anstrebe.

Die Astronomie wird die „Königin der Wissenschaften" genannt. Wenn die Unermeßlichkeit und Höhe des Gegenstandes dieser Wissenschaft, und wenn namentlich jene unbegreifliche innere Hinneigung und gleichsam Sympathie des menschlichen Geistes, jener Zug „zu den Sternen" und jene Freude an der schönen Ordnung die „am Ster-

Digitized by Google

nenzelt" waltet, dieser Benennung Berechtigung bietet, dann verdient sie dieselbe gewiß. Sie hat den Vorzug, daß sie die Unendlichkeit und Erhabenheit des Gegenstandes, welche andere Wissenschaften an ihrem Gegenstand nur allmählich im Geist erkennen oder ahnen lehren, gleichsam direct, ja einigermaßen sinnlich wahrnehmbar vor Augen führt und so den Schöpfer in mehreren seiner Eigenschaften nicht blos wie in einem trüben Spiegel reflectirt, sondern gleichsam direct und wie nur durch einen dünnen Schleier verhüllt erkennen läßt.

Abgesehen aber hievon, und rein menschlich gesprochen, hat die Astronomie vor allen andern Wissenschaften das voraus, daß sie dem ihr vorschwebenden Ziel weit näher gekommen ist und ihren Gegenstand bei weitem mehr einigermaßen erschöpft hat als irgend eine andere Wissenschaft. Dies gilt nun aber auch namentlich in Bezug auf die Frage nach dem tieferen Grunde der Erscheinungen und ihres Gegenstandes selbst — was ja eben die Kosmogonie ausmacht.

Jede Naturwissenschaft strebt — der innersten Natur des menschlichen Geistes entsprechend — danach, nicht bei der Erkenntniß der Erscheinungen und deren gegenseitiger Abhängigkeit und Verkettung stehen zu bleiben, sondern auch eine tiefere innere Begründung derselben, ja womöglich des Wesens derselben, zu erlangen. So strebt auch die Chemie als Wissenschaft danach, womöglich einen richtigen Einblick in das innere Wesen des Stoffes und die Constitution der Materie zu erlangen, und nicht ganz zutreffend ist, was einst ein eifriger Professor der Philosophie sagte: „Die Chemie und Physik haben sich nur mit den Erscheinungen zu befassen, das Andere „gehört Uns"". Ebenso ist die Physik bemüht, wenigstens einiges Licht über das innere Wesen der Kräfte zu erlangen, deren Gesetze und Wirkungen sie studirt. Das Geheimniß der Gravitation, der Molecular- und chemischen Kräfte, des elektrischen und magnetischen Agens, schwebt einsichtsvollen Physikern stets als eine weit wichtigere Frage vor, als die Erkenntniß der Gesetze, nach denen irgend eine spezielle Erscheinung sich entwickelt und verläuft. Aber wie weit sind diese Wissenschaften noch von der Erreichung dieser ihrer höheren Aufgaben! Sie lassen dieselben auch gleichsam ganz ruhen, ebendeßhalb, weil es klar ist, daß ihnen bis jetzt noch lange nicht die Mittel zu Gebote stehen, solche Fragen mit einigem Erfolg zu behandeln.

Bei der Astronomie verhält sich die Sache wesentlich anders. Die Frage nach dem Ursprung und der inneren Ausbildung ihres Gegenstandes, d. h. der Gesammtheit der Himmelskörper, ist nicht

Digitized by Google

bloß bereits einigermaßen zum Abschluß gediehen durch eine plausibele Hypothese, sondern diese Hypothese ist schon nahe daran, eine These, ja sichere Wahrheit zu werden. Das mag daher kommen, daß — wie bereits bemerkt wurde — das Tieferliegende der Wissenschaft, was auf andern Gebieten nur durch intellectuelle Arbeit der Erkenntniß oder Ahnung näher gebracht wird, in der Astronomie wenigstens zum Theil einer directen Anschauung offen liegt, anderntheils auch daher, daß der Gegenstand der Astronomie bei all seiner Großartigkeit und Unermeßlichkeit doch weit weniger complex und, um so zu sagen, aus weit weniger Ideen und Begriffen aufgebaut ist, als das bei andern Wissenschaften der Fall ist.

Digitized by Google

I. Allererſter Anfang.

Wenn wir nun eine Theorie der Kosmogonie d. h. der Entſtehung der Welt behandeln, und wenn — wie eben erwähnt — keine Wiſſenſchaft in der Frage nach den letzten Urſachen und dem Urſprung ihres Gegenſtandes ſoweit vorangekommen iſt wie die Aſtronomie, ſo könnte Mancher geneigt ſein, das Wort Kosmogonie in ſeinem vollen Sinn zu nehmen und zu erwarten, daß auch über den allererſten Anfang der Dinge, durch welchen nämlich deren Exiſtenz überhaupt begonnen hat, wenigſtens einiger Aufſchluß gegeben werde.

Dem iſt aber nicht ſo. Auch die vollendetſten kosmogoniſchen Theorien fangen an mit einem Urſtoff, den ſie als bereits gegeben vorausſetzen. Der allererſte Anfang aber und die Fragen, woher und wie dieſer Urſtoff entſtanden ſei, die werden als transſcendente Fragen gar nicht behandelt; oder wenn doch Etwas darüber geſagt wird, ſo geſchieht es in einer nichts weniger als wiſſenſchaftlichen Weiſe.

Nun, daß man darüber ſchweigt, das iſt ja am Ende in Ordnung und nicht zu tadeln. Die Wiſſenſchaft als ſolche weiß darüber Nichts, und jede Wiſſenſchaft hat ja einmal ihre Grenzen. Ueber die allererſten Anfänge wie über die allerletzten Urſachen und Prinzipien iſt einmal ein für den menſchlichen Geiſt undurchdringlicher Schleier ausgebreitet. Nicht als ob darüber überhaupt alle Erkenntniß unmöglich, als ob es an ſich etwas Dunkles wäre, ſondern weil uns alle dazu erforderlichen Begriffe und analogen Auffaſſungsweiſen abgehen. Wie Gott ſelbſt, der eigentliche reale Urgrund alles Erkennbaren, — „Gott iſt Licht, und in Ihm gibt es keine Finſterniß“ 1 Joh. 1. 5. — doch lumen inhabitat inaccessibile, in einem unzu-

Digitized by Google

gänglichen Licht wohnt, so auch ähnlich die ersten auf die Schöpfung zielenden Emanationen seiner Weisheit, welche für uns eben die ersten Prinzipien und Grundlagen unsrer Erkenntniß sind.

Allein sehr zu tadeln ist, daß man solche Fragen wie die gegenwärtige gänzlich bei Seite schiebt. Man weicht denselben aus nicht blos in der Eigenschaft als Physiker und in naturwissenschaftlichen Diskussionen, sondern auch als denkender Mensch überhaupt. Die Physiker als solche mögen die Frage nach dem allerersten Ursprung bei Seite lassen, weil ihnen anerkanntermaßen alle wissenschaftlichen Mittel abgehen, dieselbe zu lösen. Aber der mit höherer Vernunft begabte Mensch kann auf eine vernünftige Lösung nicht verzichten, ohne sich dem Vorwurf freiwilliger geistiger Beschränkung auszusetzen.

Doch dieser Mangel an intellectueller Strebsamkeit wäre noch ein ziemlich unschädliches Uebel. Es liegt aber diesem Vorgehen gewöhnlich ein tief einschneidender, viel verderblicherer Irrthum zu Grunde. Das Licht, welches die Wissenschaft in so unzähligen Fragen und Erfindungen entwickelt hat, blendet das geistige Auge so, daß man, vielleicht ohne es zu wissen und zu wollen, allmählich zu der Anschauung kommt, die „Wissenschaft" müsse Alles durchdringen und ins rechte Licht stellen können, und deshalb müsse ein denkender Mensch nur das eigentlich für wahr und unumstößlich ansehen, was „wissenschaftlich" (d. h. am Ende durch Experimente oder Calcul) erhärtet sei. Aus einem solchen Prinzip folgt aber dann schon mit unmittelbarer Consequenz, daß Alles, über das die Wissenschaft Nichts zu sagen weiß, als einfach nicht seiend angesehen wird. Es ist klar, daß nach diesem Grundsatz alle positive Religion schon a priori verurtheilt wäre. Begabte Menschen, welche wohl auch in der edelsten Absicht auf eine tief wissenschaftliche Begründung aller ihrer Überzeugungen ausgingen, ohne dabei richtig geleitet zu werden, haben auf diesem Wege und durch dieses thörichte Prinzip ihren Glauben und alle idealere Auffassung des Lebens verloren, und verlieren dieselbe noch beständig!

In unserem Fall wird nach diesem Prinzip geschlossen: Über eine Entstehung des Urstoffes weiß die Wissenschaft absolut Nichts. Also hat eine solche Entstehung nie stattgefunden, und folglich besteht der Urstoff von Ewigkeit her. — Aber wenn irgend ein Prinzip falsch und verderblich ist, so ist es dieses argumentum ab ignorantia, dieser Beweis aus der Unwissenheit, d. h. dessen ganze Kraft

Digitized by Google

darin liegt, daß wir über eine Sache keine wissenschaftliche Kenntniß haben. Wenn dasselbe consequent durchgeführt würde, so würden auf allen Gebieten des menschlichen Lebens die schrecklichsten Folgen daraus sich ergeben.

Aber jede Wissenschaft hat doch ihr ziemlich eng begrenztes Feld, und sie weiß Nichts von dem, was außerhalb desselben liegt. Die Chemie weiß Nichts von Planetenstörungen oder von der Miocenperiode, und ein ausgezeichneter Chemiker kann vollkommen ignorant sein in der Astronomie; die Physik weiß ebenso nichts von Indigo-Bereitung oder vom Cholerabacillus, die Paläontologie Nichts von den Abel'schen Integralen, und die Astronomie Nichts vom Sehpurpur 2c. Jede Wissenschaft erkennt also sogar an, daß sie nur für ein begrenztes Gebiet maßgebend urtheilen könne. Wie kann man also aus dem Factum, daß die Wissenschaft über einen Gegenstand Nichts zu sagen weiß, einen Schluß ziehen, daß eine ventilirte Sache sich so oder so verhalte! Nichts folgt daraus, als nur, daß jede Wissenschaft beschränkt ist und über Vieles einfach Nichts weiß, und daß es also sehr viele Wahrheiten geben muß (da doch das Gebiet der Wahrheit unendlich ist), über welche ein Aufschluß nur auf andere Weise erzielt werden kann.

Dies gilt um so mehr als 1. alle exacten Wissenschaften auch im Complex zusammengenommen und als „die Wissenschaft" bezeichnet, ganz unverhohlen als Prinzip aufstellen, daß sie nur solche Dinge in den Kreis ihrer Untersuchungen ziehen, welche entweder durch Beobachtung und Experiment, oder durch den Calcul erreichbar sind, d. i. also nur materielle Dinge und Ereignisse. Wer sieht nicht darin, daß die Wissenschaft selbst — und zwar bis zu einem gewissen Grad mit gutem Recht — ihr Gebiet einschränkt, und daß es folglich noch sehr große andere Gebiete geben muß, in welchen andere Deductionen und Untersuchungsmethoden anzuwenden sind als die der exacten Wissenschaften! Und ebenso einleuchtend ist, daß ein gelehrter Professor in dieser „Wissenschaft" ein Genie, ein wahres Wunder sein kann, und dabei in Betreff der höheren Fragen des Geisteslebens eine krasse Ignoranz, um nicht zu sagen Stupidität, bekunden kann — und wäre das doch nur möglich! — 2. Diese anderweitigen Deductionen liegen aber auch oft so nahe und drängen sich dermaßen auf, daß es einer stupiden Selbst-Amputation des Geistes gleichkäme, wenn er sich vor denselben verschließen wollte. Viele Beispiele könnten dafür angeführt werden. Eines liegt in unsrem Gegenstand selbst, und

Digitized by Google

wir kommen darauf zurück. Aber eines unter andern sollte doch die gelehrten Herrn stutzig machen, weil es gänzlich innerhalb des Gebietes der Naturwissenschaften liegt. Wo ist heute noch ein Physiker oder Chemiker oder überhaupt ein Mann der exacten Wissenschaft, der einen Namen hat, und der nicht von der Existenz der Atome überzeugt wäre! Und doch hat er nie einen directen Nachweis derselben durch das Experiment gesehen und nie durch Calcul die Existenz derselben bewiesen. Ebenso wird die Existenz des Äthers von keinem namhaften Kenner der Naturwissenschaften bezweifelt, und doch hat noch Niemand dieselbe direct nachweisen können. Ist also eine Wahrheit, die ihrer Natur nach in das Gebiet des Materiellen gehört, dennoch außer dem Belang der Erkenntniß-Mittel der exacten Wissenschaften, wie könnte diese Wissenschaft vernünftigerweise prätendiren, für Alles ein maßgebendes Urtheil abgeben zu wollen! In der Wissenschaft selbst reichen die wissenschaftlichen Methoden nicht aus, sondern die Gesetze des Denkens (und gar manchmal ein wenig Hausverstand) müssen weiter helfen, wo jene exacten Methoden versagen. Und das läßt man auch gelten, und mit vollem Recht.

Allein freilich in diesen Fällen handelt es sich um Wahrheiten, welche nicht in das geistige Leben eingreifen. Da darf man schon einmal inconsequent sein. Handelt es sich aber um Wahrheiten eines höheren Gebietes, um gesunde Philosophie oder gar um Religion, da ist es etwas Anderes, da wird jenes thörichte Prinzip mit äußerster Strenge festgehalten. Man ist da nicht zufrieden damit, solche Wahrheiten gänzlich bei Seite zu lassen, sich gar nicht um sie zu kümmern, was doch an sich schon eines vernünftigen Menschen unwürdig ist, sondern da wird auch eine entschieden feindselige Tactik befolgt. Man sagt nicht: „Über diese Sache (z. B. die Schöpfung aus Nichts) weiß die Wissenschaft Nichts"; sondern man sagt: „Die Wissenschaft lehrt, daß das nicht wahr ist", „die Schöpfung aus Nichts ist durch die Wissenschaft längst als ein Aberglaube erwiesen worden", „die Ewigkeit des Stoffes ist eine von den erhabenen Wahrheiten, welche der große Strom der Wissenschaft ans Ufer geworfen hat", und wie die Phrasen alle heißen. Freilich die eigentlichen Männer der Wissenschaft reden nicht so, da für sie die Unwahrheit solcher Behauptungen zu klar auf der Hand liegt; aber die falschen Apostel der Wissenschaft, welche sich selbst den traurigen Beruf gegegeben haben, die Wissenschaft um jeden Preis, auch gegen die innerste Natur derselben, als eine Waffe gegen jede positive Religion

Digitized by Google

zu verwenden und die etwelchen Kenntnisse, welche sie über die Schöpfung besitzen, vor Allem dazu zu benutzen, um die Existenz eines allgütigen Schöpfers wegzudisputiren, diese verkünden frisch weg, daß die Ewigkeit des Stoffes eine wissenschaftlich feststehende Thatsache sei.

Welche Begründung diese Behauptung habe, ist aus dem Gesagten leicht zu beurtheilen. Aber wie in den meisten ähnlichen Fällen würde ein klein wenig ruhiges Nachdenken hinreichen, die vermeintliche wissenschaftliche Thatsache über den Haufen zu werfen. Wir werden dafür im Verlauf der Untersuchung einen rein wissenschaftlichen Beweis bringen. Einstweilen wird Jedem, der noch auf Denkgesetze und Metaphysik etwas hält, auch folgende Überlegung einleuchten: Es kann doch absolut Nichts existiren, was nicht einen hinreichenden Grund für seine Existenz hätte. Wäre aber der Stoff von Ewigkeit, so könnte dieser hinreichende Grund nur in dem Wesen des Stoffes liegen. Nun liegt er aber durchaus nicht in dem Wesen des Stoffes, da dieser seinem Wesen nach gänzlich indifferent ist zum Existiren oder Nicht-Existiren. Denn man kann offenbar jeden beliebigen Theil der stofflichen Existenzen, ja auch allen Stoff, als noch nicht existirend oder auch als wieder ins Nichts zurückversetzt denken, ohne in diesem Gedanken den geringsten Widerspruch gegen die Idee des Stoffes zu begehen. Es ist also evident, daß die Idee und das Wesen des Stoffes die Existenz nicht in sich begreift. Es bleibt also nichts übrig, als daß die Existenz des Stoffes in einem andern höheren Wesen ihren Grund hat, welches, als unendlich vollkommen und seinem Wesen nach nothwendig existirend, auch den Grund aller andern Existenzen in sich selbst hat, und daß sonach der *Stoff seiner Natur nach nur geschaffen sein kann*.

Daß die *geoffenbarte Lehre* der christlichen Religion dasselbe lehrt, bedarf kaum noch einer Andeutung. Wir glauben „an einen Gott . . . Schöpfer Himmels und der Erde . . aller sichtbaren und unsichtbaren Dinge . . . .“ Ja strenggenommen ist die Lehre von der Schöpfung aus Nichts *nur* der Offenbarung zu danken. Denn obgleich dieselbe an sich der bloßen Vernunft erreichbar ist, so ist sie doch nie von einem der alten Philosophen aufgestellt worden. Dies hätte auch nur geschehen können, sofern man einigermaßen die richtige Idee von Gott gehabt hätte; denn eine Schöpfung aus Nichts erfordert eine Macht von *unendlicher* Vollkommenheit. Eine solche Idee Gottes ist aber *nur* durch die Offenbarung Gottes selbst ent-

Digitized by Google

standen, obschon auch sie durch die Vernunft allein hätte gewonnen werden können. Erst nachdem diese einer gesunden Philosophie allein und vollkommen entsprechende Idee Gottes durch die Offenbarung vermittelt und in Aufnahme gekommen war, erst dann konnte auch die Idee einer Erschaffung aus Nichts gefaßt und die vollkommene Naturgemäßheit und Nothwendigkeit einer solchen Lehre verstanden werden.

Wir sehen also auch hier, wie in so vielen andern Fragen, daß zwischen Wissenschaft und Glaube kein Widerspruch besteht. Natur und Offenbarung stehen sich nicht feindlich gegenüber. Die Offenbarung vervollständigt aber die natürliche Erkenntniß, und wo die Mittel der Wissenschaft versagen, da kommt oftmals ein Strahl des geoffenbarten Lichtes, um das Fehlende zu ergänzen. Nicht als ob darin eigentlich die Haupt-Aufgabe der Offenbarung läge — das sei fern. Die Offenbarung hat Ziele von unendlich höherer Wichtigkeit, als darin besteht, die wissenschaftliche Wißbegierde der Menschenkinder zu befriedigen. Allein da sie von Gott selbst herkommt, dem doch Alles klar und offen vorliegt, was uns verschlossen und unerreichbar scheint, so dringt mitunter — um menschlich zu reden — so nebenbei ein Strahl höheren Lichtes durch, welcher dann auch in den Gebieten rein natürlicher Kenntnisse ein helles Licht verbreitet. Wer seinen Geist der geoffenbarten Lehre nicht öffnet, der mag das Alles unbegründet oder auch absurd finden, als „hineingetragenes Zeug" ansehen, weil er den nicht kennt, der die übernatürliche Ordnung in die natürliche eingetragen hat. Es fehlt ihm die Grundbedingung des Verständnisses, die Idee eines unendlich vollkommenen Gottes. Deßhalb kann er es nicht verstehen, wenn er auch in den exacten Wissenschaften ein Wunder von Gelehrsamkeit und Einsicht wäre. — Wir aber wollen uns freuen, nicht nur daß wir einen gütigen Schöpfer von solcher alle Begriffe übersteigenden Macht und Herrlichkeit haben, daß er „das Nichtseiende ruft wie das Seiende" (Rom. 4. 17), und der allein eigentlich „der Seiende" ist (Exod. 3. 14), sondern auch daß diese unsere Glaubenslehre eigentlich erst den Schlüssel gibt zur allseitigen und vollen richtigen Anschauung der Natur, und daß die Wissenschaft selbst in ihrer Weise, und auch gegen den Willen ihrer Jünger, dem Schöpfer ihre Huldigung bringen muß, indem sie bekennt, daß ohne Ihn jedes wissenschaftliche System in einem oder mehreren wesentlichen Punkten mangelhaft ist oder ganz versagt.

Wir haben uns länger aufgehalten bei einer Erörterung, welche

Digitized by Google

sonst in Kosmogonieen gar keinen Platz zu finden pflegt. Nun, wir sind keine Anbeter des Usus und der Gepflogenheit, und was Mode zu sein bleibt, hat für uns nicht eo ipso bindende Kraft. Diese Betrachtung gehört zu einer gründlichen Auffassung der Kosmogenie. Wird sie also von Andern vernachlässigt, so kann das für uns nur ein Grund sein, um desto mehr auf dieselbe hinzuweisen. Sie ist zudem eminent wichtig, sowohl in sich, als auch gegenüber den unwissenschaftlichen Raisonnements, welche in feindlicher und gehässiger Weise ihr und der Glaubenslehre gegenüber sich breit machen und aufdrängen, und welche sowohl der wahren Wissenschaft als auch der religiösen Überzeugung Vieler zum Schaden gereichen. Deshalb durften wir sie nicht übergehen.

Wir halten also den Ungläubigen gegenüber fest an dem unerschütterlichen Prinzip, daß der Urstoff, aus welchem die Welt gebildet worden, nur durch die unendliche Macht Gottes, nach dessen freiem Entschluß, am Anfang aller Zeit, aber nicht von Ewigkeit her, geschaffen worden ist.

Allein wir gehen nicht so weit, daß wir dann auch in der successiven Entwicklung und Ausgestaltung der materiellen (unbelebten) Welt immer wieder directe und unmittelbare Eingriffe Gottes sehen zu müssen glauben. Wenn Gott in seiner unergründlichen Weisheit den Urstoff, bei aller Formlosigkeit und gänzlichem Mangel an gestalteten Einzelwesen, doch mit solchen Kräften und Tendenzen begabt hat, daß dann das ganze Universum, wie wir es jetzt bewundern, seinem unorganischen Theil nach aus jenem Urstoff nach rein physikalischen Gesetzen sich entwickeln konnte und mußte, dann ist in dieser Entwicklung gar nichts enthalten, was der gläubigen Auffassung der schöpferischen Thätigkeit im geringsten zuwider wäre. Im Gegentheil, es ist dann in der ganzen Entstehungsgeschichte der Welt eine bei weitem höhere Weisheit Gottes ausgeprägt und zum Ausdruck gelangt, als wenn bei vielen einzelnen Weltkörpern und bei vielen successiven Entwicklungsstadien immer wieder von Neuem ein unmittelbares Eingreifen und Dirigiren des großen Künstlers nothwendig gewesen wäre.

So sehr sich das von selbst zu verstehen scheint, so ist es doch nothwendig, dies zu betonen gegenüber vielen Gelehrten, welche — um so zu sagen — zu viel Glauben haben. Es gibt deren in der That noch weit mehr als man denken sollte, die sofort eine gefährliche Neuerung wittern, wenn man nur von einem ursprünglichen

Digitized by Google

Gasball redet, aus welchem die Erde sich gebildet habe, oder wenn man den ursprünglich feurig-flüssigen Zustand der Erde oder das noch jetzt feurig-flüssige Innere der Erde zur Sprache bringt. Da ist wohl etwas zu viel Glaube und zu wenig Wissenschaft. Diese Anschauungsweisen stützen sich aber auch weder auf wissenschaftliche Gründe noch auch auf stichhaltige Beweise aus den Lehren des Glaubens. Vielmehr scheinen sie nur aus jener kindlichen Auffassungsweise entstanden zu sein, welche man als Kind von den großen Wahrheiten der Erschaffung und Erhaltung durch Gott sich gebildet hat, als man dieselben vom Katecheten hat vortragen hören. Diese kindlichen Auffassungen, in denen naturgemäß Gott etwas zu menschlich gedacht wird, sind dann mit dem eigentlichen Kern der Glaubenswahrheiten so innig verwebt und verschmolzen worden, daß man nicht mehr sieht, wie sie davon getrennt werden könnten, und deshalb meint, die ganze Glaubenslehre würde zusammenstürzen, wenn jene naive Auffassungsweise derselben als unhaltbar erwiesen würde. Allein sie sollten sich beruhigen, und überzeugt sein, daß dem Glauben gar keine Gefahr von dieser Seite droht, und daß nur Unverständige und wissenschaftliche Marktschreier darin einen Triumph über die christliche Glaubenslehre erblicken können, wenn jene Auffassungsweisen derselben als unrichtig und der Wissenschaft nicht entsprechend nachgewiesen werden.

Gelingt es aber wirklich den Gelehrten, eine solche Theorie aufzustellen, welche zeigt, wie aus einem ursprünglichen, gänzlich formlosen Urstoff diese ganze schöne Weltordnung rein nach physikalischen Gesetzen sich entwickelt haben kann, dann soll man sie nicht anfeinden, sondern ihnen gratuliren. Es ist das sicher ein großes Geisteswerk, auch wenn jene Frage nach dem allerersten Anfang bei Seite gelassen wird.

Es drängen sich nun ganz naturgemäß zwei Fragen auf, welche dann auch den Haupt-Gegenstand unserer Erörterungen ausmachen, nämlich 1. wie gelangen wir auf eine wissenschaftlich begründete sichere Weise zu der Annahme eines solchen formlosen, äußerst verdünnten Urstoffes, aus dem sich Alles gebildet habe? und 2. Auf welche Weise kann aus demselben nach rein physikalischen noch jetzt geltenden Gesetzen das materielle Universum mit allen seinen mannigfachen Gliederungen (jedoch mit Ausschluß der lebenden Wesen) sich gebildet haben?

Die erste Frage ist gleichsam eine Vorfrage für die zweite, welche

Digitized by Google

den eigentlichen Kern der Kosmogonie enthält und deshalb einer mehr ausführlichen und ins Einzelne gehenden Behandlung bedarf. Aber die Gewißheit der Theorie oder doch der höhere Grad von Wahrscheinlichkeit derselben hängt dennoch vielleicht mehr von jener Frage ab als von dieser.

II. Der Urstoff.

Wie gelangen wir also zu der Annahme eines gleichförmigen höchst subtilen Urstoffes, des sogenanten Urnebels?

Die allgemeine Antwort darauf ist sehr einfach: Diese Annahme drängt sich mit Nothwendigkeit auf, wenn wir den jetzigen Zustand des Universums betrachten, die darin noch jetzt vorgehenden allmählichen Änderungen gut beobachten, und dann an der Hand der uns bekannten Naturgesetze rückwärts schließen, wie der Zustand des Kosmos gewesen sein mag, bevor eine große Reihe früherer ähnlicher Änderungen geschehen war. Dieses Rückwärtsschließen aus späteren Zuständen auf frühere wird anfangs mit voller Sicherheit geschehen können, da es sich um Zustände handelt, welche dem gegenwärtigen ziemlich gleich oder ähnlich waren, und um Änderungen oder auch Katastrophen, wie sie auch in geschichtlichen Zeiten sind beobachtet worden. Wenn wir aber successiv zu Zuständen geführt werden, welche mit dem uns genau bekannten gegenwärtigen Zustand eine immer mehr zunehmende Unähnlichkeit haben, dann werden die Schritte etwas unsicherer und verlangen mehr Umsicht, um nicht auf Abwege zu kommen. Der leitende Faden wird dann nicht mehr durch solche Änderungen und Naturprocesse gebildet, wie sie uns aus Erfahrung bekannt sind, sondern nur noch durch Naturgesetze, welche wir zudem großentheils nur in dem kleinen Maaßstab der Kabinets-Versuche kennen gelernt haben, und die dann auf die Vorgänge im Makro-Kosmos angewendet werden. Ja in weiterer Folge ist auch diese Führung eine unvollständige und muß durch die allgemeineren Gesetze des Denkens unterstützt werden.

Digitized by Google

Dies ist der einzige Weg, der hier, wie in so vielen andern Untersuchungen, zum Ziele führen kann. Verläßt man diesen Weg und befolgt statt dessen den viel leichteren und bequemeren Weg aprioristischer Speculationen, so kommt man unfehlbar vom Ziele ab. Man gelangt damit nicht zur wahren Erkenntniß der Ereignisse, welche dem jetzigen Zustand der Welt vorausgingen und ihn hervorbrachten, sondern man verliert sich in Träumereien ganz ähnlich so wie etwa ein Geschichtsforscher, der z. B. die Urgeschichte Assyriens nur in Kraft des eignen Nachdenkens construiren wollte, ohne sich um die alten Autoren und die uralten Keilschrift-Dokumente zu kümmern. Wer die Geschichte der Wissenschaften und die zahllosen derartigen Speculationen kennt, wird bekennen müssen, daß dies leider nicht übertrieben ist.

Es ist in dieser Hinsicht in der That gut, daß die Alten es nie auch nur zu einem Anfang einer plausiblen Kosmogonie gebracht haben. Der rechte Weg würde sonst auch hier nicht mehr so unbehindert sein, und größere Schwierigkeiten würde es kosten, bis die Wahrheit sich allgemeine Anerkennung verschafft. Hätte nicht eine alte Theorie der Planetenbewegungen bestanden, oder wäre dieselbe nicht so innig durch die mittelalterliche Philosophie mit andern Wahrheiten verschlungen worden, dann wäre die wahre Lehre schneller durchgedrungen. Der ganze Galilei-Streit wäre unterblieben, und mit ihm die zahllosen Anfeindungen gegen die Kirche von dieser Seite. Auch in der Chemie würde nicht ein so anhaltender Kampf gegen wohlbegründete Theorien geführt werden, wenn nicht die Alten und namentlich Aristoteles seine darauf bezügliche naturphilosophische Speculation aufgestellt und große Gelehrte des Mittelalters dieselbe adoptirt hätten. In unsrem Fall sind glücklicherweise solche Schwierigkeiten nicht vorhanden oder doch nur in weit geringerem Grad.

Um nun aber im Speciellen anzugeben, wie man die angedeutete naturwissenschaftliche Geschichtsforschung nach rückwärts ausführen könne, so kann man von verschiedenen Punkten der gegenwärtigen Weltordnung ausgehen. Das Resultat, welches auf einem der vielen Wege erlangt wird, hat vielleicht für sich betrachtet nur die Bedeutung einer plausiblen Hypothese. Wenn wir aber auf allen Wegen zu einem identischen Resultat gelangen, oder doch zu solchen, welche sehr gut mit einander harmoniren, dann wird der Schluß sehr bedeutend an Sicherheit gewinnen. Kommt dann noch dazu, daß keine andere Theorie gefunden werden kann, welche auch nur

Digitized by Google

im Entferntesten die Thatsachen so gut erklärt, dann ist man wohl berechtigt, die Theorie als etwas mehr anzusehen, denn eine bloße Hypothese.

Betrachten wir also 1. zunächst den gegenwärtigen Zustand unsrer Erde und den Bau ihrer Kruste, so werden wir zur Kenntniß der vorhistorischen Formationen geführt, und zwar mit einer großen Sicherheit. Doch dies werden wir hier nicht eingehend verfolgen, da es mehr in das Gebiet der Geogonie und weniger in das der uns hier beschäftigenden Kosmogonie gehört. Es wird genügen zu bemerken, daß dermalen alle namhaften Geologen in den hiehergehörenden Ansichten einmüthig übereinstimmen. Werden die geogonischen Forschungen möglichst weit rückwärts getrieben, so gelangt man zu dem Ergebniß, daß die feste Erdkruste in der Urzeit bei weitem dünner gewesen sein muß als gegenwärtig, und daß aus dem Inneren ein feurig flüssiges Magma sich ohne Vergleich häufiger und mächtiger über die Oberfläche ergoß als in unsren Zeiten. Diese und so viele andere Thatsachen, wie z. B. das Zusammenschieben und Faltenwerfen der Erdkruste, leiten zu dem Schluß, daß die Erde ein in fortwährender Abkühlung begriffener Planet ist. Sie hat also vordem eine weit größere Hitze gehabt, und ebendeshalb muß sie damals noch viel mehr Wärme ausgestrahlt haben. Folglich muß sie in noch früheren Epochen noch viel heißer gewesen sein. So gelangt man dann nothwendig zu der Annahme, daß sie früher ganz feurig-flüssig und ohne Kruste war. Dies wird dann von anderer Seite unterstützt und bestätigt dadurch, daß durch die Abplattung der Erde ganz dieselbe Annahme postulirt wird. Ein noch weiter fortgesetztes ganz ähnliches Raisonnement zeigt uns dann aber auch, daß die Erde in einem noch früheren Stadium noch viel mehr Wärme gehabt haben und folglich in gasförmigem Zustand, d. h. ein Stück Urnebel gewesen sein muß.

Nehmen wir 2. zum Ausgangspunkt die Sonne und das was uns die Astronomie — hauptsächlich in den beiden letzten Decennien — über diese „Königin der Welt" gelehrt hat, so bietet sich da ein noch kürzerer Weg dar, der aber zum gleichen Resultat führt. Wir sehen da einen Himmelskörper, der noch beständig eine immense Quantität Wärme in den Weltraum ausstrahlt. Wir erkennen daraus zunächst — was übrigens auch jedes Bäuerlein weiß — daß derselbe noch überaus heiß sein, und daß demgemäß die Dichte der Sonne eine relativ geringe sein muß. Nicht bloß das wird durch die Wis-

Digitized by Google

senschaft bestätigt, sondern auch, daß der Sonnenkörper, wenn nicht ganz, so doch bis zu sehr großen Tiefen im gasförmigen Zustand sich befindet. Wie wäre auch in der That begreiflich, daß die mittlere Dichte der Sonne nur wenig die des Wassers übertrifft, wenn die große Menge von Dämpfen der verschiedensten Metalle, welche die Spectral-Analyse dort nachweist, nicht im gasförmigen, sondern im flüssigen Zustand sich befände, und wenn die mächtig strahlende äußere Oberfläche geschmolzenem Eisen oder feuerflüssigen Mineralien angehörte! An diese so überaus einfache Erwägung scheinen die sehr gelehrten Herrn Spöhrer, Zöllner und Andere nicht gedacht zu haben; sonst hätten sie die Sonne nicht für einen feuerflüssigen Körper erklärt! Wenn die tiefinneren Schichten nicht mehr aus Gasen und und Dämpfen bestehen, sondern flüssig sind — worüber wir absolut nichts wissen können —, dann kann das bei der immensen Hitze, die man mit gutem Grund auf weit mehr als eine Million Grad schätzt, nur von dem ebenso immensen Druck der darauf lastenden äußeren Schichten herrühren, welcher jener Hitze entgegenwirkt und die Dämpfe zu condensiren strebt. Wir haben also da einen — im Vergleich zur Erde — enorm großen Himmelskörper, welcher seiner Hauptmasse nach noch jetzt ein feuriger Gasball ist.

Der weitere Schluß aber ist, daß die Sonne in viel früheren Zeiten weit mehr Hitze enthalten haben, und daß sie folglich vor sehr großen Zeiträumen ein sehr viel größerer Gasball gewesen sein muß. Diese Consequenz ist nach den uns bekannten physikalischen Gesetzen vollständig unbestreitbar richtig. Dieselbe Consequenz besteht aber auch noch fort, wenn wir folgern, daß der Gasball einmal so groß gewesen sein muß, daß die ganze Erdbahn, ja auch die Bahnen aller übrigen Planeten darin eingeschlossen waren, und daß somit die einzelnen planetarischen Gasbälle der Erde 2c. ursprünglich Theile des großen Gasballes gewesen seien. Dieser Schluß bietet, wissenschaftlich betrachtet, absolut von keiner Seite eine Schwierigkeit. Er scheint nur paradox dem, der mit den Augen des Alltags-Menschen alles betrachtet, und meint, es könne nie anders gewesen sein, als es jetzt ist.

Von anderer Seite kann die Schlußfolgerung nur durch den Einwand in Frage gestellt werden, daß Gott selbst die Sonne (und resp. die Erde) in einem solchen Zustand geschaffen haben könne, den wir in unsrem Raisonnement als eine Übergangsstufe aus einem früheren Zustand zu einem späteren ansehen. In irgend einem bestimmten

Digitized by Google

Zustand mußte ja doch Gott die verschiedenen Weltkörper erschaffen, und das könnte ja der gewesen sein, von dem wir noch weiter rückwärts schließen. — Das ist allerdings richtig, und Gott könnte es ohne Zweifel so gemacht haben. Allein wenn wir ein solches unmittelbares Eingreifen Gottes annehmen, dann hört eben jedes kosmogonische Studium auf. Es scheint aber auch der Weisheit Gottes kaum zu entsprechen, daß er den Weltstoff in einem solchen Zustand der Entwicklung geschaffen habe, welcher ganz naturgemäß und nach bekannten physikalischen Gesetzen aus einem früheren, einfacheren und unvollkommneren Zustand entstehen konnte. Andernfalls könnte man mit ziemlich gleichem Recht dieselben Einwedung auch in der Geogonie erheben und sagen: Gott selbst hat all die sedimentären Schichten und ihre Rupturen und Faltenwürfe, so wie sie sind, schon bei der Erschaffung der Erde mitgebildet; auch hat er diesen immensen Vorrath von Stein- und Braunkohlen so geschaffen wie wir sie finden, und man kann daraus nicht schließen, daß sie Verkohlungsproducte von früheren gigantischen Floren seien; ja auch die darin vorkommenden verkohlten Baumstämme mit deutlich sichtbarer Holzstructur sind gerade so erschaffen worden; auch hat Gott die unzählige Menge von Skeletten und Thier-Ueberresten inclusive Koprolithen, welche in den Schichten sich finden, so geschaffen; die zierlichen Ameisen, welche im Bernstein eingeschlossen gefunden werden, wurden so geschaffen, ohne daß sie je gelebt hätten, oder der Bernstein aus einer ausgestorbenen Species von Coniferen ausgeflossen wäre. Wohl, möglich wäre das Alles, an der Macht des Schöpfers kann kein vernünftiger Mensch zweifeln. Aber wer in aller Welt wird so etwas in Ernst als nur entfernt wahrscheinlich ansehen?! Ebenso soll man also consequent auch in unserem Fall urtheilen.

Man kann 3. auch ausgehen von der Betrachtung des ganzen Planetensystems. Dann werden wir jedoch in unsren Schlußfolgerungen nicht mehr so ausgiebig durch die Erfahrung bereits beobachteter ähnlicher Vorgänge unterstützt, sondern es müssen mehr allgemeine Gesetze zu Hülfe genommen werden. Das Resultat aber ist das gleiche, und die Sicherheit, mit welcher wir auf dasselbe geführt werden, ist noch größer.

Wir sehen in unsrem System vor Allem eine große Menge von Planeten um die Sonne laufen, in Bahnen, welche einem Kreis sehr nahe kommen und im Allgemeinen desto weniger von einem solchen abweichen, je größer der Planet ist. Jedermann weiß, daß zu einer sol-

Digitized by Google

chen „Centralbewegung“ zwei Kräfte nothwendig sind, eine sogen. Centripetalkraft, welche den Planeten beständig gegen die Sonne hinzieht, und eine „Tangentialkraft“, welche ihm ein für allemal eine Bewegung in der Richtung der Tangente verlieh. In früheren Zeiten waren diese beiden Kräfte unbekannt; und deshalb konnte man sich absolut nicht erklären, weshalb die Planeten nicht in der Richtung der Tangente weitergehend sich von der Sonne entfernten, und ebenso die Sterne und der ganze Himmel in der vermeintlichen täglichen Bewegung. Darin mag wohl der Grund zu suchen sein, der die Alten bestimmte, feste Himmel aus sehr solidem aber durchsichtigem Material (Krystall-Himmel) anzunehmen, und zwar für jeden Planeten und die Sterne einen besonderen, da ja die Bewegungen von einander unabhängig sind.

Erst durch Newton wurde das Räthsel zum Theil gelöst. Er fand, daß jenes Band, welches den Mond in seiner Bahn um die Erde zurückhält, eine wirkliche physikalische Kraft ist, nämlich die Schwerkraft der Erde selbst, mit welcher wir ja schon von der frühesten Jugend an durch vielfaches Fallen und fallen Sehen sehr vertraut sind. A pari ist die Kraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, dieselbe Kraft der allgemeinen Schwere, welche aber von der Sonne ausgeht. Damit war die eine Schwierigkeit gelöst, und die Hypothese der durchsichtigen festen hohlen Himmelskugeln für immer abgethan.

Allein die andere Kraft war noch nicht erklärt. Wer gab den Planeten jenen anfänglichen Stoß, welcher sie in der Richtung ihrer Bahn vorwärts trieb? Kein bekanntes Naturgesetz gab darüber Aufschluß. Ja es war auch gar keines denkbar, welches vor undenklichen Zeiten einmal eine solche Stoßkraft bewirkt hätte, um dann wieder vollständig außer Wirksamkeit zu treten. Newton selbst konnte darüber in physikalischen Vorgängen keine Erklärung finden, und er blieb deshalb bei der Annahme stehen, daß Gott selbst diesen anfänglichen Bewegungs-Impuls ertheilt habe.

Es findet aber bei allen diesen Bewegungen ein eigenthümlicher Umstand statt, welcher bei der Frage nach der Ursache jedenfalls von größter Wichtigkeit ist. Alle gehen nämlich in der gleichen Richtung von West gegen Ost vor sich, ohne daß auch nur eine Ausnahme vorhanden wäre. Und auch die Ebenen dieser Bahnen fallen sehr nahe mit einer einzigen Ebene zusammen; nur einige kleinere Planeten entfernen sich von derselben etwas weiter. Sollen wir nun annehmen,

Digitized by Google

daß Gott jedem einzelnen dieser vielen hundert Körper (bis jetzt kennen wir über 250, und jedes Jahr bringt 6 bis 10 neue) einen eigenen Impuls ertheilt habe, und zwar gerade in der Richtung und mit der Intensität — aber auch mit jenen zufälligen Abweichungen — daß alle Bahnen nahe kreisförmig wurden und nahezu in derselben Ebene erfolgten? Wenn sich absolut keine andere Erklärung finden ließe, müßten allerdings auch wir — wie der große Newton — bei der Annahme stehen bleiben. Indeß wird Niemand behaupten, daß es der unendlichen Weisheit Gottes, die wir in der Natur sonst bewundern, entsprechend sei, daß Er so viele Mal einzelne Impulse zur Bewegung ertheile, als einzelne Individuen sich bewegen sollen.

Allein *können* wir denn noch weiter zurückgehen, und die Bewegungen der Planeten aus einer angebbaren rein physikalischen Ursache herleiten? Wohl geht das. Es wäre nur dann unmöglich, wenn der Raum zwischen den Planeten und der Sonne immer ein solcher gewesen wäre wie jetzt, d. h. leer von allem Stoff; denn dann wäre Nichts da, was den Planeten ihre Bewegung hätte mittheilen können. Wäre aber die Sonnenmasse nicht wie jetzt auf einen relativ kleinen Raum concentrirt, sondern in Gestalt einer großen Nebelmasse noch in dem ganzen Raum des Planetensystem's vertheilt, und hätte diese Masse eine Rotation um eine Axe, dann wäre nichts leichter einzusehen, als daß auch alle Planeten diese Bewegung um angenähert dieselbe Axe mitmachen würden, und daß sie dann auch in derselben verharren müßten, nachdem jene Massen aus den intraplanetaren Räumen sich auf die Sonne präcipitirt hätten.

Wir werden also auch hier wieder auf dieselbe Annahme mit Nothwendigkeit geführt, daß das ganze Sonnensystem ursprünglich im Zustand eines dünnen Nebels sich befunden habe.

Dies wird bekräftigt eben durch jene merkwürdige Übereinstimmung in der Richtung der Bewegung und Lage der Bahnen. Kant ist gerade durch diesen Umstand auf die Annahme eines Urnebels geleitet worden; und Laplace hat nur diesem Beweis eine einigermaßen mathematische Form gegeben, die wir nach dem heutigen Stand unsrer Kenntnisse allenfalls so fassen könnten. Wenn außer der Erde nur noch ein einziger Planet um die Sonne kreisen würde, und dessen Bewegung wäre vollständig unabhängig von jener Kraft, welche die Bewegung der Erde bewirkte, dann wären für die Bahn jenes Planeten alle Lagen denkbar und gleich wahrscheinlich, welche mit der Erdbahn einen Winkel von 0° bis 180° bilden. Die Wahrscheinlichkeit, daß diese Lage mit der

Digitized by Google

Erdbahn bis auf 18° übereinstimmte, ist deshalb = 1 : 10, d. h. man könnte vernünftigerweise 9 gegen 1 wetten, daß es nicht so sein werde.

Kommt noch ein zweiter Planet dazu, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß beide Planeten mit der Erdbahn in angegebener Weise übereinstimmen, = 1 : 100 (1 : 10^2); für drei Planeten = 1 : 10^3; und man könnte 99 und resp. 999 gegen 1 wetten, daß eine solche Übereinstimmung durch einen Zufall nicht statt finden werde. Nun haben wir außer der Erde noch 250 Planeten und alle stimmen im Durchschnitt noch weit genauer als auf 18° mit der Erdbahn überein. Es ergibt sich also nach den Gesetzen der mathematischen Wahrscheinlichkeit, daß die Annahme, dies sei durch Zufall geschehen, nur eine Wahrscheinlichkeit = 1 : 10^{250} habe; man könnte vernünftiger Weise nicht blos 1 Million gegen 1 wetten, daß dies nicht dem Zufall sondern einer gemeinsamen Ursache zuzuschreiben sei, sondern 1 Million auf der 41. oder 42. Potenz. Diese Zahl ist aber eine über alle Vorstellung große. Wenn der ganze Erdball aus feinen Sandkörnern bestehen würde, wäre deren Zahl verschwindend klein gegen jene Zahl. Nehmen wir an, die entferntesten Fixsterne seien so weit von uns, daß das Licht 1 Million Jahre brauchte, um zu uns zu gelangen, denken wir dann diesen ganzen Weltraum ringsum voll von feinen Sandkörnlein, dann müßte diese ganze Menge von Sand soviel mal genommen werden, als sie selbst Sandkörnlein enthält, und danach das Ganze nochmals mit derselben Zahl multiplicirt werden; und dennoch hätten wir damit erst etwa den quadrillionsten Theil von jener Zahl erreicht.

Diese Zahl ist also so immens, und die Wahrscheinlichkeit welche durch sie bezeichnet wird, so groß, daß von allen unsren Überzeugungen — ausgenommen diejenigen, welche eine innere oder äußere Evidenz besitzen — vielleicht nicht eine ist, welche einen eben solchen Grad von Zuverlässigkeit besäße. Und dennoch sind das Überzeugungen, von welchen wir ohne Bedenken unser Leben abhängen lassen würden. Nun dann müssen wir also auch vernünftigerweise jeden Zweifel daran aufgeben, daß jene Übereinstimmung der Bewegungen auf einer Gemeinsamkeit der Bewegungs-Ursache beruht. Es läßt sich nun aber absolut keine andere Ursache von solcher Beschaffenheit denken, daß sie die erwähnten Erscheinungen im Planetensystem hervorbringen könnte, und noch nie ist eine andere angegeben worden als die bereits genannte, daß der ganze Raum des Sonnensystem's ur-

Digitized by Google

sprünglich voll von einem feinvertheilten Stoff war, welcher rotirte und somit auch allen in ihm und aus ihm entstehenden Planeten eine Bewegung in gemeinsamem Sinn um das Centrum ertheilte. Durch diese Annahme wird das Räthsel in denkbar einfachster Weise und vollkommen gelöst, und eine andere Lösung gibt es nicht.

Wir können endlich 4. auch noch unsre Kenntnisse über den Fixsternhimmel zu Rathe ziehen, um zu sehen, ob von da aus ein Schluß über die Zulässigkeit unsrer Annahme sich ergebe. Wir wissen freilich über die Fixsterne nicht viel und jedenfalls weit weniger als über die unsrem Sonnensystem angehörigen Körper, und deshalb dürfte eine Schlußfolgerung in unsrer Frage etwas unsicher ausfallen. Allein es bedarf einer solchen auch nicht. In jenen fernen Tiefen des Sternhimmels können wir direct sehen was wir suchen. Dort stehen noch wirklich in großer Anzahl solche Nebelbälle, wie nach unsrer Annahme unser Sonnensystem früher einer gewesen ist. Viele derselben scheinen rund, die Mehrzahl aber elliptisch, was auf eine abgeplattete Form schließen läßt, ganz wie sie in unsrer Theorie angenommen werden muß. Auch die Größe stimmt vollkommen überein, soweit dieselbe aus einer rationellen Schätzung der Entfernung abgeleitet werden kann. Es scheint sogar, daß die Mehrzahl dieser Nebelflecke noch bedeutend größer ist, als für unseren Nebelball nothwendig angenommen werden müßte. Was ist da natürlicher als die Annahme, daß vor Millionen oder Milliarden von Jahren unser Sonnensystem in denselben embryonalen Zustand der Entwicklung sich befunden habe, welche jene fernen Systeme gegenwärtig noch durchmachen.

Weder Kant noch Laplace haben die Existenz der Nebelflecke verwerthet, um ihre kosmogonische Theorie damit zu stützen. Dies konnte auch füglich nicht geschehen, denn zu Kant's Zeiten war von Nebelflecken noch äußerst wenig bekannt. Laplace aber war mit den damals tonangebenden Astronomen der Ansicht, daß alle Nebelflecken eigentlich Sternhaufen seien, welche uns nur deshalb als Nebel erschienen, weil unsre Fernrohre zu schwach seien, um sie in einzelne Sternchen aufzulösen. Diese Meinung ist jetzt durch das Spectroskop endgiltig beseitigt, und es ist jetzt über jeden Zweifel sicher, daß sehr viele Nebelflecke wirkliche Nebel d. h. in gasförmigem Zustand befindliche Massen sind.

Auch die Gründe, welche wir aus der Beschaffenheit der Erde und der Sonne entnehmen, sind von Kant und Laplace nicht berührt

Digitized by Google

worden. Damals waren nämlich die Gesetze der Wärme, welche die mechanische Theorie der Wärme in sich enthielt, noch nicht bekannt, welche wir im Folgenden des Näheren betrachten werden.

Beide Forscher begnügten sich vielmehr mit der Schlußfolgerung, welche aus der Betrachtung des Planetensystems sich ergiebt. Nur war damals die Zahl der bekannten Planeten weit kleiner, als jetzt, und somit die nachweisbare Wahrscheinlichkeit der Schlußfolgerung eine geringere. Dagegen nimmt Laplace auch noch die Bewegung der Satelliten um die Hauptplaneten, und dieser um ihre Axen zu Hilfe. Wir haben das nicht nöthig. Es gibt da vielmehr noch eine ansehnliche Schwierigkeit, deren Beseitigung die gegenwärtige Frage unnöthigerweise compliciren würde. Wir kommen später auf dieselbe zurück.

Nun fehlt aber noch ein großer Schritt, nämlich die Ausdehnung der Theorie von unsrem Sonnensystem auf das Universum. Laplace hat denselben nicht gethan, und ist beim Sonnensystem stehen geblieben. Kant aber ist weiter gegangen und hat die Ansicht aufgestellt, daß auch das ganze Universum ursprünglich eine unermeßlich große zusammenhängende Gasmasse gewesen sei, aus welcher dann sowohl unser Sonnensystem als auch die Fixsterne mit ihrem muthmaßlichen Cortege von Planeten als kleinere Gasmassen durch Verdichtung sich abgesondert haben. Doch gab Kant keine Begründung dieser Annahme, sondern begnügte sich, dieselbe als plausibel darzustellen.

Man kann nun aber doch auch für diese Ausdehnung der Theorie einen einigermaßen stichhaltigen Nachweis beibringen. Wir finden nämlich in unsrem Sonnensystem Eigenthümlichkeiten und müssen an dem ursprünglichen Gasball Eigenschaften annehmen, welche unerklärbar wären, wenn diese Nebelmasse ganz isolirt stets für sich bestanden hätte. Es muß nämlich nothwendig eine Rotation jenes Gasballes angenommen werden, und die Bewegung der Planeten weicht sehr vielfach in ihrer Bahn sowie in der Bahn ihrer Satelliten und Äquatore von der Ebene des Sonnenäquators ab. Diese beiden Umstände sind aber durchaus unerklärbar, wenn nicht angenommen wird, daß in den anfänglichen Zeiten aus den interstellaren Räumen unzählige Gasmassen in unser System hineingestürzt seien, theils um die Rotation des Ganzen zu bewirken, theils um die vorhandenen Bewegungen zu alteriren. Es ist sonach vollkommen wahrscheinlich, daß diese Räume bis zu den fernsten Sternen ursprünglich ebenfalls mit

Digitized by Google

dem feinsten Urnebel angefüllt waren, und die dort durch locale Condensationen entstandenen einzelnen Gasbälle mit den benachbarten großen Massen der zukünftigen Sonnensysteme sich vereinigt haben. Ein sehr schwaches Nachspiel dieser ursprünglich überaus großartigen Vorgänge sehen wir noch jetzt in den Kometen. Somit können auch diese einigermaßen dazu dienen, die Theorie noch mehr zu bekräftigen.

Wenn wir auf die Ausführungen von Kant und Laplace öfters zurückkommen, so ist dies sehr natürlich, da ja die ganze Theorie in der Hauptsache ihr Werk ist und nach ihnen auch genannt wird. Doch wäre es nicht zweckmäßig, wenn wir die Theorie einfach so durchführen wollten, wie sie von diesen großen Denkern ist aufgestellt worden. Beide haben vielmehr darin noch Manches sehr dunkel und lückenhaft gelassen, ja auch Unrichtigkeiten begangen. Dies ist so wahr, daß gegenwärtig wieder manche Gelehrte (u. A. Faye) behaupten, die Laplace'sche Theorie sei nicht mehr haltbar, vielmehr durch Facta widerlegt, und müsse durch eine neue ersetzt werden. So sagt ein Anpreiser einer solchen neuen Theorie: „il faut remplir le vide laissé par l'enfondrement de l'hypothèse de Laplace". Das sind Übertreibungen. Der Kern der Theorie ist richtig, und nur in nebensächlichen Theilen bedarf sie einiger Abänderungen. Auch den größten Denkern ist es nicht gegeben, sogleich etwas Vollkommenes zu schaffen, sondern erst allmählich und schrittweise ergibt sich die Vollendung und innere Durchbildung der Theorien, welche ein Genie durch eine einfache Intuition aufgefunden hatte.

Auch verdient bemerkt zu werden, daß eigentlich weder Kant noch Laplace zweifellose Prioritätsrechte betreffs dieser Theorien haben. Vielmehr gesteht Kant selbst, daß er seine Ideen großentheils dem Werke: Theorie of the Universe, London 1750, eines Engländers Wright aus Durham entnommen habe, oder doch durch dasselbe zu jenen ist angeregt worden.

III. Entstehung der Sonnen.

Wir können es sonach als eine wissenschaftlich sehr wohl begründete Theorie ansehen, daß das ganze Universum mit seinen ungezählten Sonnen ursprünglich eine einzige dünne Gasmasse war. Damit

Digitized by Google

kommen wir dann zu der zweiten Hauptfrage: Kann aus einem so absolut ungestalteten fast aller körperlichen Eigenschaften entbehrenden Gas, welches mindestens mehrere Trillionen-mal dünner gewesen sein muß als unsere Atmosphäre, — kann sich daraus dieses schöne herrliche Licht und Wärme strahlende Weltgebäude nach rein physikalischen Gesetzen gebildet haben? Und wie haben wir uns diese weltbildenden Vorgänge zu denken? Dies ist die eigentliche Hauptfrage und der Kern der Kosmogonie.

Denken wir uns einmal mit einem kühnen Flug der Phantasie, wir wären diesem unermeßlichen Gasball gegenwärtig gewesen, hätten wir wohl voraussagen können, was aus demselben sich herausbilden würde? Der hl. Thomas spricht einigemal die Ansicht aus, daß Gott die geschaffenen Dinge zuerst in gewissen Keimen („in rationibus seminalibus") hervorbrachte. Und er sowohl wie auch der hl. Augustin sind der Ansicht, daß es den Engeln ein schönes Schauspiel und ein Anlaß zur Bewunderung der Weisheit des Schöpfers war, da sie betrachteten, wie aus den Keimen die vollendeten Geschöpfe sich herausbildeten. Der hl. Augustin ist sogar der Meinung, daß man nach den verschiedenen Stufen der Erkenntniß, welche die Engel über die Werke Gottes hatten und welche bei den verschiedenen Ordnungen der Schöpfung sich wiederholten, das biblische „Abend" und „Morgen" interpretiren könne. In der That werden wohl die heil. Engel zuerst durch Nachsinnen erkannt haben, was wohl aus diesen Keimen sich entwickeln werde. Später aber konnten sie auch die fertig entwickelten Geschöpfe in ihrer Vollendung wahrnehmen, mit so vielen Schönheiten ausgestattet, deren manche sie wohl auch mit ihrem englischen Verstand nicht im Voraus vermuthet haben werden. Jene erste unvollkommene Erkenntniß kann man also wohl als eine „abendliche" bezeichnen, während die spätere eine tiefere und klarere war, als ob eine strahlende Morgensonne die Dinge erleuchtet hätte. Wenn nun auch die biblischen Worte nicht gerade so zu erklären sind, so wird doch die Sache selbst in sich wohl der Wahrheit entsprechen.

Würden aber wir Menschen wohl aus der Betrachtung jenes geschaffenen Urnebels eine Erkenntniß der daraus zu entwickelnden Welt geschöpft haben? Wir hätten es wohl schwerlich zu einer „abendlichen" Erkenntniß gebracht. Der unendlich dünne Stoff wäre uns wie ein Nichts erschienen, da wir ihn mit keinem unsrer Sinne hätten wahrnehmen können, und Alles hätten wir in absolute Finsterniß gehüllt gefunden. Unsere Erkenntniß der künftigen Dinge würde wohl

Digitized by Google

auch eine vollständig „nächtliche“ gewesen sein, und Nichts würden wir von all' den im Keim schlummernden Herrlichkeiten vorausgesehen haben.

Jetzt, nachdem die Schöpfung in ihrer Vollendung vor unsern Augen steht, ist freilich die Sprache der Menschen eine andere, und die vermeintliche Sicherheit ihrer Erkenntniß geht weit selbst über die Morgen- und Tages-Erkenntniß der Engel hinaus. Jetzt sagt man mit großer Zuversicht: Das mußte Alles so kommen; es konnte absolut nicht anders werden, und nach ewigen naturnothwendigen Gesetzen mußte Alles sich so entwickeln.

Das ist die Sprache leichtfertiger Geister, und bekundet den Charakter der Leute, welche schnell damit fertig sind, Etwas als absolut gewiß hinzustellen, wenn es aus irgend einem — oft sehr subjectiven und psychologischen — Grund ihrem Ideenkreis sympathisch ist, während sie andern weit besser begründeten Wahrheiten gegenüber eben so schnell sich zum absolnten hartnäckigen Wegleugnen entschließen.

Indeß es liegt doch immerhin einige Wahrheit in jenen Behauptungen. Nachdem nämlich Gott den Urstoff geschaffen und denselben auch gewisse Kräfte und Bewegungen mitgetheilt hatte, wie er sie zum Zweck der Ausbildung der Welt als die allein geeigneten erkannte, ja dann allerdings mußte die Entwicklung so erfolgen, wie sie geschehen ist; aber auch nur dann. Mußte denn aber Gott gerade diese Kräfte und Eigenschaften dem Urstoff mittheilen? oder gerade diese Gesetze für deren Wirksamkeit festsetzen? oder könnte Jemand behaupten, dieselben seien dem Stoff wesentlich nothwendig? Es ist im Grunde lächerlich, wenn so etwas behauptet wird, und noch lächerlicher, wenn es im Namen der Wissenschaft geschieht. Nachdem diese Kräfte und Eigenschaften des Stoffes da sind und von uns nach Belieben untersucht werden können, verstehen wir von denselben eigentlich Nichts; und die ganze Erkenntniß, welche wir haben, erstreckt sich auf einige Gesetze, d. h. auf gewisse Regeln, welche jene Kräfte in ihrer Thätigkeit zu befolgen pflegen, und auch diese sind meistens nur als approximate richtig oder innerhalb enger Grenzen veränderlicher Umstände giltig festgestellt; aber ihr Wesen ist uns gänzlich unbekannt, ja durchaus unfaßbar. Und ein Mann der Wissenschaft, dem das alles bekannt sein muß, der sollte die Stirn haben zu sagen: „Wir Hüter der Wissenschaft erkennen mit wissenschaftlicher Evidenz, daß jene Kräfte durchaus nothwendig so bestehen müssen, wie sie wirklich bestehen, und daß eine andere Einrichtung des Stoffes und seiner

Digitized by Google

Grundkräfte absolut undenkbar und dem Wesen der Dinge zuwider sein würde."?! Würde man sagen: „Wir haben den Stoff, den wir einmal in dieser Welt vorfinden, nie anders als mit diesen Kräften und nach diesen Gesetzen wirkend beobachten können", dann würde man Alles gesagt haben, wozu man in dieser Richtung durch die Wissenschaft berechtigt ist.

Doch kommen wir nun zur Sache selbst. Es ist zunächst klar, daß wir die kosmogonischen Entwicklungen nur solchen Kräften zuschreiben dürfen, welche dem Stoff wirklich eigen sind. Wir dürfen nicht Kräfte und Fähigkeiten gerade ad hoc erdenken und hypothetisch dem Stoff zuschreiben, sondern es müssen Kräfte sein, welche auch noch gegenwärtig und ohne allen Zweifel als dem Stoff unabänderlich inhärent erkannt werden.

Solche Kräfte finden wir aber nur zwei, die für unsre Frage von besonderer Bedeutung sind. Die wichtigste derselben, wie überhaupt die wichtigste Naturkraft, ist die Gravitation oder allgemeine Schwere, vermöge welcher alle Theilchen des Stoffes bis zu den allerkleinsten Ur-Atomen auf alle übrigen Theilchen eine Anziehung ausüben. Das innerste Wesen dieser Kraft ist uns so unbegreiflich, wie die allererste Schöpfung, welche dem göttlichen „Fiat," „Es werde" folgte. Die Gelehrten zerbrechen sich schier den Kopf, um das „Geheimniß der Schwerkraft," die „Mechanik der Gravitation" zu finden. Aber noch nicht bis zu einer plausiblen Hypothese darüber hat man es gebracht, welche nicht unübersteiglichen Schwierigkeiten gegenüber sofort in ihr Nichts zusammenbräche. Doch das hindert uns nicht, diese Kraft als gegeben anzusehen. Wir wissen aus unzähligen Beobachtungen, daß diese Kraft existirt, und dem Stoff natürlicherweise unzertrennbar eigen ist. Wir kennen auch das Gesetz, nach welchem dieselbe wirkt. Das genügt uns für unseren Zweck.

Die zweite Kraft ist die der gegenseitigen Abstoßung der materiellen Theilchen. Diese Kraft ist ihrem Wesen nach ebenso unergründlich; ja es scheint fast, als ob darin ein Widerspruch mit der Gravitation enthalten sei. Ein solcher Widerspruch kann indeß nicht vorhanden sein, weil es unzweifelhaft feststeht, daß diese abstoßende Kraft existirt. Man hat auch einige annehmbare Theorien aufgestellt, um zu zeigen, wie diese beiden Kräfte nebeneinander bestehen können, ohne daß ein Widerspruch darin zu finden sei. Vielleicht die beste ist die Dynamiden-Theorie, nach welcher jedes Massen-Atom von einer Hülle von Äther-Atomen umgeben ist, und die Anziehung dem Massen-

Digitized by Google

Atom, die Abstoßung aber den Äther-Atomen eigen ist. Dies ist eine plausible Hypothese; allein sie erklärt mit Nichten das Wesen der Kraft, da sie ja nur Abstoßung mit Abstoßung erklärt. Wie aber die Äther-Atome die ihnen ähnlichen Äther-Atome abstoßen, die Massen-Atome aber anziehen können, und zwar beides in distans, dafür gibt es auch nicht einen Schein von Erklärung. Nun, die Ergründung dieser Frage gehört nicht hierher, und sie hat auch gar keinen Einfluß auf unsre kosmogonische Theorie. Die Physik lehrt, daß diese Kraft besteht, und hat auch das Gesetz, nach welchem dieselbe wirkt, einigermaßen ermittelt. Ferner weist sie auch nach, daß diese Kraft einen innigen Zusammenhang mit der Wärme hat. Je mehr Wärme ein Gas (oder ein Körper überhaupt) hat, desto mehr ist dasselbe expansiv, und die einzelnen Theilchen stoßen sich stärker gegenseitig ab. Wird umgekehrt ein Gas comprimirt, so wird die Wärme erhöht. Doch dieser Wärme-Überschuß verliert sich allmählich durch Ausstrahlung oder Leitung, und nach diesem Verlust ist dann die Expansivkraft geringer als vorher. Die Wärme ist also, wenn auch nicht die eigentliche Ursache der abstoßenden Kraft, so doch ein Agens, durch dessen Zunahme auch jene Kraft erhöht wird.

Die anziehende Kraft oder Gravitation ist dagegen vollständig unabhängig von dem Wärme-Zustand des Stoffes, und ist unter allen Umständen einfach der Masse desselben proportional. Nebstdem besteht noch der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Kräften, daß die Gravitation bis in die allergrößten Distanzen noch wirksam ist, nur verringert im umgekehrten quadratischen Verhältniß der Distanz. Die abstoßende Kraft dagegen ist nur auf verhältnißmäßig kleine Entfernungen wirksam, weshalb sie auch wohl zu den „Molecularkräften" gezählt wird. Dafür ist sie aber auch in den allerkleinsten Distanzen stärker als jede andere Naturkraft.

Es gibt nun wohl noch andere Naturkräfte wie z. B. die chemischen Kräfte, die Cohäsions-Kraft ꝛc. Doch dieselben haben für kosmogonische Fragen kaum eine Bedeutung, da sie erst zur Wirksamkeit kommen konnten, nachdem die Weltkörper schon ziemlich fertig gestellt waren. Auch die Elektricität scheint ohne namhaften Einfluß auf jene Vorgänge gewesen zu sein. Man wird wohl auch noch einmal dahin kommen, diese Kräfte auf jene beiden zurückzuführen, ja vielleicht wären im Grund alle Kräfte auf Bewegungs-Zustände (fortschreitende, schwingende, rotirende Bewegung) der Massen- oder Äther-Atome oder Massen-Molekeln zurückführbar. Derartige große

Digitized by Google

Fortschritte der Theorie stehen jedenfalls noch in weiter Ferne. Eventuell werden wir nicht verfehlen, seiner Zeit darüber zu berichten. Einstweilen können wir bei der Betrachtung jener zwei Kräfte des Urstoffes stehen bleiben.

Es hängt nun offenbar von dem gegenseitigen Verhältniß dieser beiden sich entgegenwirkenden Kräfte, resp. von dem Überwiegen der einen über die andere, ab, welche Änderungen in der Masse vorgehen werden. Die Repulsivkräfte können aus sich nicht zu einem Übergewicht gelangen, weil dieselben bei einem etwelchen Auseinandergehen der Theilchen schneller abnehmen als die Attractivkräfte. Diese dagegen würden ebenfalls ein Übergewicht nicht bekommen können, weil, wenn sie irgendwo überwiegen, und die Massen-Atome sich nähern, eo ipso die Repulsivkräfte stärker zunehmen als die Attractivkräfte. Es würde also scheinen, daß beide in einem stabilen Gleichgewicht gewesen seien, wodurch dann jede Änderung des Stoffes auf alle Zeiten ausgeschlossen gewesen wäre.

Doch dem ist nicht so. Wenn die irgendwo überwiegenden Attractivkräfte die Theilchen einander etwas näher bringen, dann nimmt allerdings die Repulsivkraft in einem stärkeren Verhältniß zu als die Attractivkraft. Allein der Überschuß derselben kann in Form von Wärme fortgehen, und dann hört die Repulsivkraft auf stärker zu sein. Wir sehen also, daß das Gleichgewicht jener beiden Urkräfte, bei aller sonstigen Stabilität, doch von einer gewissen Seite betrachtet eine gewisse Indifferenz, ja Labilität zeigt, insofern die Gravitation eine Annäherung der Theilchen bewirken kann, ohne daß eine entgegenwirkende Kraft den vorherigen Zustand vollständig wieder herstellen würde. Eine solche Annäherung der Theilchen, d. h. eine Verdichtung des Stoffes ist somit auch zunächst die einzig mögliche Änderung, welche in dem Urstoff vor sich gehen konnte. Aber auch diese konnte nur mit einer äußersten Langsamkeit sich vollziehen, theils weil die Kräfte wegen der äußersten Dünnheit des Stoffes überaus schwach waren, theils weil die Theilchen nach allen Seiten symmetrisch von andern umgeben waren, und somit die Kräfte welche nach der einen Seite hin zogen, bereits durch Kräfte derselben Art, welche nach der andern Seite wirkten, nahezu aufgehoben wurden.

Dennoch mußte allmählich eine solche Änderung eintreten. Denn wenigstens an der äußersten Grenze der Gasmasse fehlte die symmetrische Lage der Theilchen, und eine Anziehung gegen Außen fand nicht statt. Deshalb konnten die Theilchen dem Zug der Anziehung

Digitized by Google

gegen innen folgen; und nachdem einmal ein Anfang irgendwo gemacht, und das ursprüngliche Gleichgewicht gestört war, mußten die Zustands-Änderungen auch auf andere Strecken sich ausdehnen. Aber auch im Innern fanden sicher zahlreiche derartige Verdichtungen statt. Ähnliches sehen wir ja auch beständig bei uns geschehen. Das Wassergas, welches in der Luft gleichmäßig verbreitet ist, verdichtet sich nun einzelne Punkte zu Schneekryställchen. In beleuchteten Räumen sehen wir oft kleine schwarze Schwaden herabfallen, welche offenbar aus den gleichmäßig verbreiteten Kohlenstoff-Atomen durch stellenweise Verdichtung entstanden sind. In ähnlicher Weise werden in jenem Urstoff sich Condensations-Centra gebildet haben, obgleich wir nicht nachweisen können, daß und weshalb es gerade an einer bestimmten Stelle geschehen mußte. Und wenn einmal eine Verdichtung eingetreten war, dann übte dieselbe eine stärkere Attraction aus als die umstehende weniger dichte Masse, und folglich mußte die begonnene Ansammlung von Theilchen immer mehr anwachsen.

Als nächstes Resultat dieser Vorgänge mußte also eine Art Gerinnung des Urstoffes eintreten, so daß gewisse sehr große Partien eine etwas größere Dichte hatten als vorher, während die dazwischen liegenden Theile noch mehr verdünnt wurden. Diese Änderungen gingen aber jedenfalls mit einer Langsamkeit von Statten, für welche wir keinen Maaßstab haben, nicht nur aus den bereits angegebenen Ursachen, sondern auch weil der Prozeß der eingeleiteten Verdichtung nicht weiter voranschreiten konnte, bis die in etwas überwundene Repulsivkraft, oder vielmehr der kleine Überschuß derselben, in Form von Wärme aus dem ganzen Gasball hinausgetreten war, was jedenfalls sowohl wegen des sehr geringen Temperaturüberschusses als auch wegen des viele Millionen Meilen langen Weges, welchen derselbe durchwandern mußte, sei es durch Leitung, sei es durch Strahlung, nur mit einer extremen Langsamkeit vor sich gehen konnte.

Nichts desto weniger lag es in der Natur der wirksamen Kräfte, daß der einmal eingeleitete Prozeß immer weiter voranschreiten mußte. Schließlich erreichten also die einzelnen Gasbälle eine Dichte, welche doch einigermaßen derjenigen unsrer Atmosphäre vergleichbar wurde. Und die Zwischenräume wurden im Verhältniß so groß, daß die Massen einigermaßen einen ähnlichen Anblick geboten haben würden, wie wir solche Nebelmassen noch jetzt — freilich in geringerer Zahl — am Himmel sehen.

Ob dieser Prozeß der stellenweisen Verdichtung des Urstoffes im

Digitized by Google

ganzen Universum zu derselben Zeit eingeleitet worden sei, dies zu entscheiden, fehlen uns die Anhaltspunkte. Es ist indeß viel wahrscheinlicher, daß diese Anfänge nicht simultan überall eintraten, sondern daß das anfängliche indifferente Gleichgewicht an einigen Stellen weit früher gestört wurde als an andern. So dürften die jetzt noch sichtbaren Nebel diejenigen sein, welche ihre Thätigkeit später als die übrigen begannen, und vielleicht zu einer Zeit, da von den andern der größere Theil bereits fertig ausgebildete Sonnen waren.

Man kann diese Vorgänge im Licht der Dynamiden-Theorie (NB. nicht Dynamit-Theorie) so auffassen, als sei durch dieselbe der wägbare Stoff von dem freien Äther abgeschieden worden. Wenn die Attraction der Massenatome etwas überwog, so wurden in Folge der Compression die Ätherhüllen stärker agitirt, und einige Äther-Atome gezwungen, dieselben zu verlassen. Sie hörten dann auf „gebundener Äther" zu sein, und wurden „freier Äther." Da diese Ätheratome wahrscheinlich der Sitz der Repulsivkräfte sind und durch ihre schwingende Bewegung den Wärmezustand des Stoffes wenigstens großentheils hervorbringen, so ist es danach leicht verständlich, wie mit ihrem Abgang sowohl die Wärme als auch die Repulsivkraft zwischen den Massenatomen eine geringere wurde. Allmählich mußte immer mehr gebundener Äther abgeschieden und gleichsam ausgepreßt werden; jedoch eine gewisse Ätherhülle blieb immer noch gebunden. Der frei gewordene Äther dagegen füllte die sonst leeren Himmelsräume aus, indem er die lebenerhaltende Strahlung von Licht und Wärme vermittelt. Das ist eine recht annehmbare Theorie, doch bleibt sie einstweilen Hypothese, und von ihrer Wahrheit ist die Wahrheit der kosmogonischen Theorie im Ganzen nicht abhängig.

Auf diesem Weg der stufenweise immer zunehmenden Condensation tritt nun bei einer — absolut betrachtet noch immer sehr geringen — Verdichtung ein eigenthümlicher Zustand ein. Der Stoff fängt an, schwach selbstleuchtend zu werden. Es ist dies kein eigentliches Glühen, denn die Temperatur ist ohne Zweifel noch sehr weit entfernt von derjenigen, bei welcher Gase zu glühen anfangen; vielmehr könnte man es ein Phosphoresciren nennen. Dieses Licht ist zweifellos vorhanden, sonst könnte man ja die Nebel gar nicht sehen, und auch bei den so außerordentlich dünnen Schweifen der Kometen ist einiges solches Eigenlicht durch das Spectroscop mit Sicherheit nachgewiesen worden. Aber wir hätten diese Erscheinung nicht im Voraus wissen können. Ja auch nachdem gerade durch diese kosmischen Vorgänge das Fac-

Digitized by Google

tum festgestellt ist, können wir es nicht erklären. Wahrscheinlich sind dabei elektrische Vorgänge im Spiel. Es ist auch sehr plausibel, daß der Äther, wenn er noch in so großer Menge um die Massen-Atome gebunden ist, dem Stoff einige derartige optische oder elektrische Eigenschaften ertheilen wird, welche die Stoffe, mit denen wir experimentiren können, nicht mehr haben, weil sie nur noch einen kleinen Rest von Äther in sich gebunden enthalten.

Wenn aber die Verdichtung noch weiter voranschreitet, dann wird nicht nur jenes Phosphoresciren stärker, sondern allmählich wird die Hitze so groß, daß ein wirkliches Glühen der Masse eintritt. Auch dieses ist anfangs schwach, wird aber bei stetig zunehmender Verdichtung immer stärker. Endlich erreicht es den höchsten Grad des Weißglühens. Damit ist dann die Sonne „fertig".

Dieser letztere und wesentlichste Theil des ganzen Vorganges ist nun aber keineswegs merklärbar. Im Gegentheil ist er mit den Lehren der Physik und namentlich mit der mechanischen Wärmetheorie in vollem Einklang, und findet darin seine vollständige Erklärung. Zunächst ist klar, daß bei zunehmender Verdichtung auch der Druck im Innern der Masse sehr groß werden muß. Für die Sonne in ihrem gegenwärtigen Zustand ergibt eine ziemlich leichte Rechnung, daß — eine konstante Dichte vorausgesetzt — der Druck im Centrum gegen 1325 Millionen Atmosphären beträgt. Da aber die Dichte gegen das Centrum hin bedeutend größer ist, so wird der Druck daselbst vielleicht 2500 Millionen Atmosphären betragen d. h. mehr als das Millionfache des Druckes, welchen explodirendes Schießpulver entwickelt. Als die Masse noch einen großen Raum einnahm, war allerdings der Druck bedeutend kleiner, da derselbe in solchen kosmischen Massen umgekehrt proportional ist der vierten Potenz der Lineardimension, oder der $1^1/_3$ten Potenz des Volums. Doch ist der Druck immerhin auch schon früher ein ganz enormer gewesen.

Nun ist aber bekannt, daß ein Gas, welches stark comprimirt wird, eine große Hitze entwickelt. Ein sehr bekanntes physikalisches Experiment reicht hin, dies zu constatiren. Nehmen wir ein „pneumatisches Feuerzeug," d. h. ein starkes Glasrohr, in welches ein Kolben luftdicht eingepreßt werden kann. Bringt man an die Vorderseite des Kolbens ein wenig Zündschwamm, und preßt dann mit einem raschen Druck den Kolben in das Rohr, so sieht man in der comprimirten Luft Feuer entstehen, und der herausgezogene Zündschwamm brennt. Die Kraft einer Hand reicht also hin, die Luft so

Digitized by Google

weit zu comprimiren, daß Glühhitze entsteht. Um wieviel mehr werden jene Kräfte, gegen welche jede menschliche Kraft verschwindet, in den stärker comprimirten inneren Theilen eines kosmischen Gasballes eine Hitze hervorbringen, für welche wir kaum ein Maaß haben!

Die mechanische Theorie der Wärme bietet die Mittel, um die Temperaturzunahme in einem pneumatischen Feuerzeug zu berechnen. Danach wird eine $11^1/_4$fache Verdichtung oder ein Druck von $29^1/_2$ Atmosph. eine Temperatur von 500° hervorbringen (angenommen 18° C Anfangstemperatur), eine $15^1/_4$fache Verdichtung oder $45^3/_4$ Atmosph. Druck bewirkt 600°. Jedoch sind die entsprechenden Formeln auf unsern Fall nicht anwendbar, weil die Anfangstemperatur des Urnebels unbekannt ist.

Indeß hat dieselbe Theorie in ihrer raschen allseitigen Entwicklung noch andere Grundsätze entdeckt, welche sich als äußerst wichtig für das ganze Gebiet der Physik erweisen, und mit deren Hilfe auch unsere Aufgabe gelöst werden kann. Solche Principien — gleichsam die Krone der neueren Physik — sind: das Princip von der „Äquivalenz der physikalischen Kräfte," von „der Einheit der Kräfte," und „von der Erhaltung der Kraft" (besser „Erhaltung der Energie").

Bei der Verdichtung des kosmischen Gasballes bis zur Dichte einer fertigen Sonne wird eine sehr große mechanische Arbeit geleistet, nämlich die Arbeit der Attractivkräfte aller einzelnen Massenatome auf alle anderen. Diese aufgewandte Arbeit mußte nun nach dem Princip von der Erhaltung der Energie auch nach der Verdichtung noch in irgend einer Form von Energie in derselben Größe vorhanden sein. Und da sie — bis auf verhältnißmäßig geringe Nebenleistungen — nur als Wärme vorhanden sein konnte, so ist also die erzeugte Wärme jener Arbeit äquivalent, und folglich aus derselben berechenbar.

Nun könnte freilich die Berechnung jener geleisteten Arbeits-Summe eine schwere, ja unlösbare Aufgabe zu sein scheinen. Doch dem ist nicht so. Wenn zwei Attractions-Centra, von der Masse μ und μ', aus unendlicher Entfernung sich anziehen bis zur Entfernung ϱ, dann ist die dabei geleistete Arbeit einfach $= a = \frac{\mu\,\mu'}{\varrho}.C$, wenn C die sogenannte Gravitations-Constante ist, d. h. die Beschleunigung, welche die Massen-Einheit in der Entfernungs-Einheit hervorbringt. Dies C kann aus der Schwerkraft leicht numerisch bestimmt werden,

Digitized by Google

denn diese ist $= g = \frac{m}{r^2} \cdot C$, (wenn m und r die Masse und den Halbmesser der Erde bedeuten), somit

$$9{\cdot}8202941^m = \frac{6019^{III}793000 \text{ Billion Tons}}{6{\cdot}370008^2 \text{ meter}} \cdot C,$$

woraus folgt $C = g \cdot \frac{r^2}{m} = 0{\cdot}0000000661954$, wenn die Masseneinheit $= 1$ Ton ist, und $C = 661954 \,.\, 10^{-16}$, wenn Kilo und Meter als Einheiten gelten. Die Arbeitsgröße $\frac{\mu \cdot \mu'}{\varrho} \cdot C$ heißt aber das „Potential" der zwei Massen auf einander.

Wenn nun aber alle die unzählbaren Trillionen von Atomen sich gegenseitig anziehen, bis sie zusammen eine Kugel vom Halbmesser R bilden, dann ist die dabei geleistete Summe aller Arbeiten das „Potential der Kugel auf sich selbst." Und auch dieses kann mit einem sehr einfachen Exempel der Integral-Rechnung gefunden werden. Es ist nämlich dies Potential $= H = \frac{3}{5} \frac{M^2}{R} \cdot C$, wenn M und R die Masse und den Halbmesser der Sonne bedeuten (durch Vergleichung, mit der obigen Formel ergibt sich, daß dies $= {}^3/_5$ von der Arbeit ist, welche geleistet würde, wenn die Sonne eine ihr gleiche Masse bis auf ihre Oberfläche anziehen würde). Werden nun die Zahlen eingesetzt $M = 2002^{IV}540000$ Trillion Tons, $R = 697^I624200$ Kilometer, so ergibt sich $H = 233190$ Sextillion Meter-Kilo. Dies ist aber äquivalent mit $54^{VI}483000$ Quintillion Wärme-Einheiten (428 als mechan. Äquivalent der Wärme angenommen) [1]).

Soviel Wärme ist also durch jenen Verdichtungsprozeß in unsrer Sonne entwickelt worden. Wäre sie alle beisammen geblieben, so würde die Masse der Sonne dadurch auf eine Temperatur von te $\odot$ $= 27^I193300^0$ erhitzt worden sein, sofern man annimmt, daß die spezifische Wärme $= 1$ sei. In Wirklichkeit weiß man nicht, wie groß diese bei jenen enormen Hitzgraden sein wird, und wahrscheinlich wird die Temperaturerhöhung noch erheblich größer sein; doch ist das von geringer Wichtigkeit. Indeß ist diese Hitze nur noch zum kleinsten Theil

[1]) Für diese Rechnungen nahm ich die Sonnenparallaxe $= 8{\cdot}''79$ an. Sollte der wahre Werth größer oder kleiner sein, so ändern sich die andern Größen im entgegengesetzten Sinn, und zwar für $0{\cdot}''01$ Änderung der Parallaxe ändert sich R um 0·0011377 des Ganzen, M um das 3fache, H um das 5fache, te $\odot$ um das 2fache dieses Betrages.

Digitized by Google

in der Sonne vorhanden. Der größere Theil ist schon während der Verdichtung mit dem entbundenen Äther oder durch Ausstrahlung in den Weltraum zurückgegangen, wo er dann die Vibrationsenergie des freien Äthers etwas mehr animirt hat.

Diese Hitzgrade sind nun gewiß so enorm, daß wir von deren Wirkung auf körperliche Substanzen absolut keine Vorstellung haben können. Indessen ist doch das einleuchtend, daß solche Temperaturen auch wenn sie nur noch zu $^1/_{10}$ oder $^1/_{100}$ vorhanden sein sollten, wohl hinreichen, eine Weißglühhitze hervorzubringen, gegen welche die Wirkung unserer Knallgasgebläse oder elektrischen Lichtbogen fast verschwindend klein erscheinen müßte.

Auch ist aus dem Ganzen ersichtlich, daß das Leuchten der Sonne nicht auf einem Verbrennungs-Prozeß beruht, wie unsre künstlichen Beleuchtungsmittel bis in die neuesten Zeiten. Das Licht der Sonne hat vielmehr Ähnlichkeit mit der neuesten Erfindung dieser Art, mit der Glühlampe, da es in der That ein Glühlicht ist.

Die Sonne bedarf deshalb auch keines Stoffes zur Unterhaltung des Brennens, und auch keines Sauerstoffes. Aber auch zum Glühen bedarf sie keines galvanischen Stromes und keiner Dynamo-Maschinen. Vielmehr ist die in der Sonne entwickelte Hitze groß genug, um auf viele Jahr-Millionen das Leuchten zu unterhalten. Und was dabei durch Ausstrahlung verloren geht, wird durch weiteres Zusammensickern der Sonnenmasse in sich selbst — wenigstens zum größten Theil — wieder ersetzt.

Dies ist also die Theorie der Sonne, wie sie aus der von Kant und Laplace begründeten kosmogonischen Theorie mit Nothwendigkeit folgt. Doch diese beiden Forscher waren noch weit entfernt, eine solche Ansicht sich über die Sonne zu bilden. Laplace spricht sich über die Natur des Sonnenlichtes und der Sonnenwärme gar nicht aus. Kant aber meint, das Licht und die Wärme der Sonne sei die Wirkung eines eigentlichen Verbrennungs-Prozesses. Er zieht sogar daraus den Schluß, daß also auch Luft auf der Sonne existiren müsse. Diese letztere Behauptung ist nun allerdings richtig, aber die ganze Anschauungsweise jedenfalls gänzlich verfehlt.

Man ist in dieser Hinsicht schon einmal vor 2000 Jahren der Wahrheit näher gewesen, als diese beiden großen Gelehrten waren. Es ist bekannt, daß einst ein Athenienser auf dem Markt in Athen die Behauptung aussprach, die Sonne sei nur ein heißer, hellglühender Stein. Seine Mitbürger wurden über diese Verunehrung ihres

Digitized by Google

Gottes Ἥλιος so aufgebracht, daß sie den Mann beinahe gesteinigt hätten. Wir sehen aber, daß dieser jedenfalls in diesem Punkt viel Einsicht hatte, nicht nur mehr als seine zelotischen Mitbürger, sondern auch mehr als fast alle gleichzeitigen und späteren Philosophen. Doch wenn derselbe etwas mehr von den Ergebnissen der neueren Physik gewußt hätte, würde er wahrscheinlich gesagt haben, die Sonne sei ein großes pneumatisches Feuerzeug. Damit wäre er der Wahrheit noch bedeutend näher gekommen; aber die edlen Bürger Athens würden wohl darüber nicht weniger empört worden sein.

Eine sehr interessante Frage ist es nun, wieviel von der gesammten in der Sonne entwickelten Wärme noch jetzt in derselben vorhanden sei. Doch darüber wissen wir nichts Gewisses. Die mechanische Wärmetheorie kann diese Frage einstweilen noch nicht genügend beantworten, obgleich sie wahrscheinlich noch so weit wird ausgebildet werden, daß sie auch in dieser Frage wesentliche Aufschlüsse wird geben können. Aber auch Beobachtungen und Experimente bieten keine sonderlich befriedigenden Resultate.

Man hat bekanntlich in neuesten Zeiten vielfache Experimente in dieser Richtung angestellt; allein die Resultate gehen im Allgemeinen sehr weit auseinander. Dies kann auch nicht wohl anders sein, da wir ja das Innere der Sonne gar nicht unsren Experimenten unterziehen können; und auch selbst von der äußeren Schichte nur die Intensität der Strahlung messen können, nicht aber die Temperatur, indem es gar nicht feststeht, in welchem Verhältniß die Strahlungs-Intensität zunimmt, wenn die Temperatur eine sehr viel höhere wird.

P. Secchi war einer der Ersten, welche es unternahmen für die Temperatur der Sonne aus Experimenten numerische Angaben zu gewinnen. Man wußte allerdings schon aus den Versuchen Pouillet's mit dem Pyrheliometer, daß die Oberfläche der Sonne etwa 18 mal mehr Wärme aussendet, als — auf gleiche Fläche reduzirt — das stärkste unserer Locomotivfeuer, doch war damit über die Temperatur nichts ermittelt. P. Secchi fand die Temperatur der Sonne fast 6 Millionen Grade hoch. Waterston fand mehr als 10 Millionen, und Ericson $2^{1}230000^{0}$. Bei diesen Bestimmungen lief indeß ein Fehler mit unter, indem stillschweigend die Temperatur als proportional mit der Ausstrahlungs-Intensität angenommen wurde. Es war damals hierüber nicht viel bekannt. Erst in den letzten Jahren ist von Stefan ein Gesetz aufgestellt worden, nach welchem die Strahlung proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur sein soll.

Digitized by Google

Wenn dies Gesetz richtig ist, und die Versuche Secchi's danach umgerechnet werden, so ergeben sie ca. 6000°, und, mit Berücksichtigung der Absorption in der Atmosphäre der Sonne selbst, ca. 10000°.

Es kamen dann andere Gelehrte, namentlich Violle, welche einen viel geringeren Werth angeben (2500° bis 3000°). Doch gingen dieselben sicher zu weit herunter.

Später hat der ausgezeichnete amerikanische Physiker Langley die Strahlung der Sonne direct verglichen mit derjenigen des aus dem Bessemer'schen Converter ausfließenden Stahles, welcher bei weitem heißer ist als schmelzendes Platin. Er fand mit Sicherheit, daß die Strahlung der Sonne mehrere hundert (ca. 400) mal stärker ist als die, welche von einer scheinbar gleichgroßen Fläche des glühenden Metalles ausgeht. Wird darauf das Stefan'sche Gesetz angewendet, so ergibt sich für die Sonne eine Temperatur von etwa 13600°.

Diese Angaben beziehen sich nun nicht auf die äußerste Schichte der Sonne überhaupt; denn dort ist die Temperatur weit niedriger, da ja P. Secchi nachgewiesen hat, daß dort bisweilen sogar Wasser in flüssiger Form als Nebel existirt. Dieselben entsprechen vielmehr der gesammten Strahlung nach Außen, welche ja offenbar zum großen Theil von etwas tiefer liegenden Schichten ausgeht. Sie beziehen sich auf diejenige Schichte der Sonne, in welcher ein Körper im Mittel aus allen Richtungen eine durchschnittliche Bestrahlung erfahren würde, welche auf gleiche scheinbare Fläche reduzirt ebenso stark ist als die Sonnenstrahlung nach Außen. Nur aus Rücksicht auf Kürze nennen wir die entsprechende Temperatur diejenige „der Sonnenoberfläche".

Über andere Schichten kann nur die Theorie einigen Aufschluß geben. Der ausgezeichnete Astrophysiker Zöllner hat gewisse Beobachtungen nach den Lehren der mechanischen Wärmetheorie discutirt und gefunden, daß in einer Tiefe von 8" (ca. 800 geogr. Ml. unter der äußersten Grenze der Chromosphäre) die Temperatur ungefähr = 13230° C sei. Später fand er auf einem andern theoretischen Weg für die unterste Grenze der Chromosphäre 60000° C. In jüngster Zeit hat es Hirn unternommen, aus den Erscheinungen der Protuberanzen, namentlich aus deren Geschwindigkeit, nach den Principien der Thermodynamik einen Schluß auf die Temperatur in jenen Tiefen zu machen, wo die Bewegung der Protuberanzen ihren Anfang nimmt. Er fand dafür 2'200000° C.

Die Versuche könnten also immerhin zu einer einigermaßen genü-

Digitized by Google

genden Übereinstimmung gebracht werden, wenn wir als Resultat annehmen, daß die „Temperatur der Sonnenoberfläche“ = ca. 12000° sei (und 22000° mit Rücksicht auf die Absorption durch die Sonnenatmosphäre), daß aber in tieferen Schichten die Temperatur sehr bedeutend höher ist und im tiefen Inneren wirklich mehrere Millionen Grade beträgt. Indessen ist diese Frage noch nicht abgeschlossen, da das Stefan'sche Gesetz noch keineswegs bewiesen ist. Vielmehr scheint dasselbe nicht nur den bei niederen Temperaturen angestellten Experimenten wenig zu entsprechen, sondern aus rein theoretischen Gründen auch eine Unmöglichkeit zu involviren. Wahrscheinlich dürfte die Ausstrahlung höchstens dem Quadrat der absoluten Temperatur proportional sein. In diesem Fall würden denn auch für die Oberflächentemperatur der Sonne bedeutend höhere Zahlen sich ergeben, nämlich ca. 60000° ohne Rücksicht auf Absorption, und ca. 200000° mit Berücksichtigung derselben.

Diese Ergebnisse von Experimenten enthalten ihrerseits wieder einige Bekräftigung der ganzen Theorie. Es folgt daraus, daß die Wärme der Sonne nicht auf einem Verbrennungsprozeß beruhen kann, da es keinen solchen gibt, der auch nur entfernt solche Temperaturen erzeugen könnte. Folglich muß die Sonnenwärme auf einem einfachen Glühezustand beruhen. Ein solcher ergibt sich nun aber aus unserer kosmogonischen Theorie ganz einfach mit Nothwendigkeit, während keine andere Theorie darüber irgend eine Rechenschaft geben kann.

IV. Entstehung der Planetensysteme.

Wenn nun Alles ganz in der angegebenen Weise im Universum verlaufen wäre, dann würden wir unsere hellstrahlende Sonne haben, und ganz ebenso die vielen Millionen Fixsterne, d. i. in gleicher Weise herangereifte Sonnen. Ohne Zweifel wäre das eine schöne Welt gewesen, aber auch zugleich eine höchst unzweckmäßige. Es hätte Etwas gefehlt, und zwar die Hauptsache, nämlich — Wir selbst und alle menschenähnlichen Geschöpfe. Der Anblick des Himmels wäre aus sich der gleiche gewesen wie gegenwärtig; aber Niemand wäre gewesen, der die Herrlichkeiten hätte anblicken können, und keine Stelle im Universum hätte sich gefunden, auf welcher ein Mensch oder ein ähnliches lebendes Wesen hätte existiren können.

Jetzt aber sehen wir anstatt einer isolirten Sonne ein System, eine Familie von Himmelskörpern, welche so geordnet sind, daß die

Digitized by Google

Überfülle von Kraft und Energie, welche die Sonne erfüllt, einer ganzen Reihe von Körpern zugute kommt. Die unerträgliche Hitze der Sonne, welche auf dieser selbst alles Leben ausschließt, gelangt in ganz gemäßigter Intensität auf die sie umkreisenden Planeten, und die lebenbringenden Strahlen der Sonne werden nicht blos ins Leere oder auf andere Sonnen geworfen, sondern auf kleinere Körper, denen ein so bescheidenes Maaß von Zustrahlung gerade angemessen ist, um auf ihnen den geschaffenen Lebensfunken zu erhalten und zu entfalten.

Woher also diese so zweckmäßige Abweichung von dem oben skizzirten Programme der Weltentwicklung? Dieser Theil der kosmogonischen Theorie ist offenbar der wichtigste und interessanteste. Zugleich ist er aber auch der schwierigste, und bedarf in einzelnen Punkten ein ziemlich einlässiges Eingehen in die physikalischen Theorien, welche zu Grunde liegen.

Die Ursache der Abweichung und das überaus einfache Mittel, durch welches ein so hoher und wichtiger Zweck erreicht wurde, liegt darin, daß der Gasball, aus dem die Sonne sich bildete, eine *Rotation* besaß.

Woher nun aber diese Rotation? *Kant* stellte sich bereits diese Frage; aber er konnte nur eine sehr ungenügende Antwort geben. Er glaubte, daß die dichteren Massen, indem sie gegen die Sonne fielen, durch den Widerstand des Nebels und durch seitliche Stöße unter sich auch seitliche Ausweichungen bewirkten, und daß diese, so regellos sie auch erfolgten, doch nach irgend einer Seite eine überwiegende laterale Bewegung des Ganzen hervorbrachten, welche eine Rotation zur Folge hatte. Diese Erklärung ist gewiß ungenügend, und — wie bereits angedeutet — die Mechanik beweist auch, daß eine Rotation auf diese Weise *nicht* entstehen kann.

Laplace hat diese Frage gar nicht berührt. Er stellt einfach die Rotation als ein Postulat hin. Dann aber ist er in den daraus abzuleitenden Entwicklungen sehr viel tiefer und schärfer als Kant. Leider hat er aber sowohl in der näheren Präcisirung der Rotation, als auch in der näheren Angabe des Modus, wie aus dem Urnebel die Planeten sich bildeten, einen Fehler begangen. Der Zauber des Namens Laplace hat dieselben gleichsam geheiligt, und es scheint, daß man kaum von denselben sich losmachen kann, obgleich man allmählich unumstößliche Beweise gegen ihre Zulässigkeit gewann.

Die Klarheit unsrer Darstellung wird wohl am besten gewahrt werden, und der Leser einen tieferen Blick in diese nicht ganz einfachen

Digitized by Google

Vorgänge gewinnen, wenn wir zunächst nur den Anschauungen Laplace's folgen. Danach werden wir sehen, in welchen Punkten dieselben als unhaltbar sich herausstellen. Dann wird es auch nicht so schwer sein, das Unhaltbare auszumerzen und die ganze Theorie in einer solchen Auffassungsweise darzustellen, welche sowohl mit den Gesetzen der Physik, als auch mit den beobachteten Thatsachen harmonirt.

Laplace nahm also eine langsame Rotation unsres Gasballes an. Da er aber die Ursache der Rotation nicht kannte, so wußte er auch nicht das Gesetz derselben. Er nahm deshalb ein solches an, wie es ihm a priori den Naturgesetzen entsprechend das plausibelste schien. Als solches erscheint nun jedenfalls die Annahme, daß der Ball vom Centrum bis zur äußersten Oberfläche eine und dieselbe Rotationsgeschwindigkeit besessen habe. Laplace gibt auch einen Grund für diese Annahme an, nämlich daß die Reibung der verschiedenen Schichten auf einander in den unermeßlich langen Zeiträumen eine solche Gleichheit der Rotation hervorbringen mußte. Man könnte auch noch einen andern Grund darin finden, daß innerhalb eines solchen Balles, sofern er eine constante Dichte besitzt, die Intensität der Schwere gegen das Centrum einfach proportional der Entfernung ist. Nun lehrt aber die Mechanik, daß bei einer so beschaffenen Centripetalkraft alle Centralbewegungen in einer constanten und gemeinsamen Zeit vollzogen werden. Die Annahme war also ziemlich gut begründet. Allein sie ist dennoch unrichtig, wie wir noch sehen werden.

Der Ball verdichtete sich nun allmählich, und daraus mußte nothwendig eine Beschleunigung der Rotation entstehen. Die Mechanik lehrt, daß in einem solchen Fall, wenn die Dichte überall im gleichen Verhältniß zunimmt, die Rotationsdauer proportional ist dem Quadrat des Halbmessers. War sie also im Anfang auch sehr langsam — vielleicht von der Dauer einiger Jahrtausende — so mußte sie doch bei starker Verdichtung eine sehr schnelle werden. Dadurch mußte aber auch die Fliehkraft stark anwachsen, und die Gestalt des Ganzen aus der Kugelform in die eines stark abgeplatteten Sphäroides übergehen. Bei einem gewissen Stadium der Verdichtung, als der Äquatoreal-Halbmesser gleich der Entfernung des äußersten Planeten von der Sonne war, wurde die Fliehkraft bereits so groß, daß sie in der Äquatoreal-Zone der Schwerkraft gegen die Sonne das Gleichgewicht hielt. In Folge davon blieb dieser äußerste Gürtel in Gestalt eines freischwebenden Ringes zurück, während die übrige Masse den Verdichtungsprozeß fortsetzte. Aber auch in dieser wuchs dann die Flieh-

Digitized by Google

kraft wieder stärker als die Schwerkraft. Jene ist nämlich proportional mit $r : t^2$, und da — wie bereits angedeutet — die Umlaufszeit t (nach dem Gesetz von der „Erhaltung der Flächen") proportional zu r^2 abnimmt, so wächst die Fliehkraft im umgekehrten Verhältniß zu r^3. Die Schwerkraft dagegen nimmt nur im umgekehrten Verhältniß von r^2 zu. Folglich muß die Fliehkraft ein zweites — drittes — . . . mal überwiegen, und als Folge davon einen Ring absetzen. Der letzte Ring hatte die Größe der Merkurs-Bahn, und alle Massen, welche nicht zu einem Ring gehörten, gelangten durch fortgesetzte Verdichtung zum großen Centralkörper, der Sonne.

Die so entstandenen Ringe waren noch gasförmig, und sie rotirten in Folge der inneren Reibung jeder mit einer constanten, allen Theilen gemeinsamen Rotationsgeschwindigkeit.

Nun bildete sich aber in jedem solchen Ring — ähnlich wie früher im Urnebel — ein Centrum von etwas vorwiegender Condensation. Dies mußte naturgemäß an Masse immer zunehmen und schließlich den ganzen Ring in sich absorbiren. Es konnten auch mehrere solche Centra in einem Ring sich bilden, die sich aber später zu einem großen Gasball vereinigten. Da aber der ganze Ring rotirte, so hatte natürlich auch dieser Ball eine Rotationsbewegung, und zwar im gleichen Sinn, in welchem er auch den Umlauf um die Sonne ausführte. Bei fortgesetzter Condensation wurde die Rotation immer schneller, bis schließlich auch hier ein oder mehrere Ringe sich absetzten, aus denen dann die *Monde* des betreffenden Planeten entstanden. Auch diese mußten rotiren, und zwar in der gleichen Richtung von West gegen Ost, wie sie den Hauptplaneten umkreisten.

Dies ist in gedrängtester Kürze die Theorie Laplace's. Dieselbe erklärt in einer befriedigenden Weise die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten, welche wir an unsrem Sonnensystem wahrnehmen, nämlich 1. die Übereinstimmung aller Umlaufsbewegungen und Rotationen in demselben Sinn, 2. die nahe Übereinstimmung der Lage aller Bahnen mit dem Sonnenäquator, und 3. die geringe Excentricität der Bahnen. Sie galt deshalb, auch in dieser speziellen Auffassung, wie Laplace sie aufstellte, als eine vollständig begründete, ja unumstößliche Theorie.

Indeß bei genauerer Untersuchung finden wir, daß doch nicht Alles so schön mit dieser Theorie harmonirt, wie wir es sonst gewohnt sind zu finden, wenn wir die richtige Theorie und den wahren Schlüssel für eine Reihe von Vorgängen gefunden haben. Ja es stell-

Digitized by Google

ten sich auch Thatsachen ein, welche mit dieser Theorie, wie sie Laplace ausgebildet hatte, in offenem Widerspruch standen.

Ein Factum dieser Art, welches die Theorie Laplace's stark erschütterte, war die Entdeckung des inneren Mars-Trabanten Phobos. Die Entdeckung der beiden kleinen Himmelskörper Deimos und Phobos war an sich schon eine starke Überraschung für die Astronomen, indem dadurch ein Satz umgestoßen wurde, der gleichsam wie ein Axiom in die Astronomie sich eingelebt hatte, daß Mars keine Satelliten besitze. Aber Phobos bereitete noch eine andere nachhaltigere Überraschung, da seine Umlaufszeit (7 St. 39 M. 15 S.) nicht blos ein wenig, sondern sehr viel kleiner ist als die Rotationszeit (24 St. 37 M.) des Mars selbst. Das schöne Schauspiel, welches diese Trabanten den eventuellen Bewohnern des Mars bieten werden, indem der eine im Osten auf- und im Westen untergeht, Phobos aber umgekehrt von Westen gegen Osten läuft, das ist hier Nebensache. Aber das Factum, daß ein Trabant in kürzerer Zeit seinen Umlauf vollendet, als sein Hauptplanet eine Rotation ausführt, das ist von hoher theoretischer Wichtigkeit. Die Hauptspitze desselben ist aber gerade gegen die Laplace'sche Auffassung seiner Theorie gekehrt.

Es ist in der That einleuchtend, daß nach der Weise, wie Laplace die Ringbildung erklärt und von den Ringen auf die Satellitenbildung übergeht, ein solches Factum gänzlich unerklärlich ist. Zum Überfluß erklärt aber auch Laplace selbst, daß ein solches Factum seiner Theorie widersprechen würde, indem er sagt: „Da alle Trabanten, welche um einen Planeten herumlaufen, aus den Zonen entstanden sind, welche dessen Atmosphäre successiv abgeschieden hat, und da die Rotation des Planeten immer schneller und schneller wurde, so muß die Dauer dieser Rotation nothwendig kleiner sein als die Umlaufszeit jener Trabanten". Laplace hat im Vertrauen auf die Wahrheit seiner Auffassung dieses Kriterium ausgesprochen. Nun aber hat es gegen ihn gesprochen. Es ist somit nothwendig Etwas unrichtig in der Laplace'schen Exposition.

Doch nachdem man durch das Factum auf diesen Schluß gleichsam gestoßen war, kam man zur Erkenntniß, daß man eigentlich dasselbe gar nicht bedurft hätte. Es ist in der That nicht schwer nachzuweisen, daß alle Centralkörper unsres Systems, und die Sonne selbst sehr viel langsamer rotiren als mit der Laplace'schen Auffassung vereinbar ist. Nehmen wir beispielsweise unsere Erde. Als dieselbe noch in gasförmigem Zustand den Mond aus sich abschied,

Digitized by Google

muß der Halbmesser mindestens 60 mal größer gewesen sein als gegenwärtig. Ihre Rotation würde danach fast 10 Jahre gedauert haben, falls die Dichte des Ganzen gleichförmig gewesen wäre. Nun war allerdings die Dichte gegen die Mitte hin größer; allein da noch in jener großen Distanz ein Ring sich bilden konnte, der $^1/_{80}$ der ganzen Erdmasse enthielt, so muß auch in den folgenden Schichten noch sehr viel Masse enthalten gewesen sein, so daß die Rotation doch immerhin wenigstens 1 Jahr gedauert haben muß. Wenn man die Verschiedenheit der Dichte so groß annimmt, daß eine centrale Kugel bis zum Radius von 10 jetzigen Erdhalbmessern eine im Durchschnitt 1000 mal dichtere Masse enthalten habe als der übrige Raum bis zum Mond, selbst dann würde sich noch eine Rotationsdauer von etwa $1^3/_4$ Jahr ergeben. Nun aber ist einleuchtend, daß eine so langsam rotirende Kugel vollständig außer Stand gewesen wäre, dem loszulösenden Ring eine Bewegung zu ertheilen, welche in $27^1/_3$ Tag einen Umlauf vollzieht.

Dieselbe Unmöglichkeit ergibt sich auch, wenn man umgekehrt von der Entstehung des Mondes ausgehend die Entwicklung vorwärts verfolgt. Zur Zeit dieser Entstehung muß die Rotationsdauer des Gasballes nahe $27^1/_3$ Tag betragen haben. Wäre dabei die Dichte constant gewesen, so müßte jetzt die Rotationsdauer $= 10^4/_5$ Minuten sein. Die größere Dichte gegen die Mitte dürfen wir nicht allzuhoch anschlagen, weil sonst in der Distanz des Mondes unmöglich noch hinreichend Masse für diesen vorhanden gewesen wäre. Somit ist die jetzige langsame Rotation durchaus unvereinbar mit der Laplace'schen Auffassung.

Ganz Ähnliches gilt für die Sonne in Bezug auf die Planeten. Da die Sonne gegenwärtig in etwa 25 Tagen eine Rotation ausführt, so hätte sie bei Abscheidung des für die Erde bestimmten Ringes eine Rotationsdauer von $214 \cdot 6^2 \cdot 25$ Tagen $= 3150$ Jahren haben müssen, falls die Dichte ganz gleichmäßig gewesen wäre. Um aber von da bis auf ein Jahr herabzukommen, müßte man der Ungleichmäßigkeit der Dichte offenbar etwas zu viel zuschreiben. Bei der Absetzung des Neptuns hätte der Gasball in $2^8 850000$ Jahren einmal rotirt (bei gleichmäßiger Dichte), während der Umlauf des Neptun nur etwa 163 Jahr erfordert.

Wie man sieht, führt die Anschauungsweise Laplace's zu Ungereimtheiten, welche dieselbe schon als höchst unwahrscheinlich erscheinen

Digitized by Google

lassen. Die Entdeckung des Phobos war sonach eigentlich nur ein letzter entscheidender Stoß gegen diese Theorie, der kaum noch eine Gegenrede zuläßt.

Doch noch andere sehr schwache Seiten zeigen sich an der Auffassungsweise Laplace's. Dieselben sind direct gegen die „Ringtheorie" gerichtet.

Es ist zunächst gar nicht abzusehen, wie überhaupt die Bildung von vielen gesonderten Ringen möglich sein könnte. Die Erklärung der Ringbildung im Allgemeinen nach Laplace ist allerdings ganz correct und richtig. Allein alle dabei ins Spiel gebrachten Umstände wirken doch durchaus continuirlich und ohne alle Unterbrechung. Folglich hätten sich nicht 8 oder 9 gesonderte Ringe um die Sonne bilden können, sondern das Resultat hätte nothwendig eine einzige platte Scheibe — eine Art Welt-Kuchen — sein müssen. An den Ringen des Saturn sehen wir allerdings eine Unterbrechung durch die Cassini'sche und Encke'sche Trennung; und auch an dem Ring der Asteroiden gibt es gewisse Interstitien, in welchen kein solcher Körper sich befindet. Allein die Mechanik des Himmels weist nach, daß dies durch Störungen von Seite der Saturns-Trabanten und resp. von Jupiter und Saturn auf die Asteroiden erfolgen mußte. In dem ursprünglichen Sonnen-Ball gab es aber noch keine störenden Körper, welche durch Jahrtausende hindurch in gleicher Weise fortgesetzten Einfluß die Stabilität bestimmter Bahnen unmöglich hätten machen können. Nun bedarf aber Laplace für seine Auffassung viele einzelne Ringe, da er annehmen muß, daß jeder wie aus einem Stück bestehend um die Sonne sich bewege. Somit ist diese Auffassungsweise nicht haltbar.

Ferner ist eben dieser Umstand, welcher von Laplace als nothwendig erklärt wird, daß nämlich ein solcher Ring in allen seinen Theilen die gleiche Rotations-Geschwindigkeit haben müsse, physikalisch unmöglich; denn es ist einleuchtend, daß alle Theile eines solchen Ringes erst dann abgesetzt wurden, als ihre Fliehkraft die Anziehungskraft der Sonne aufhob. Folglich mußten sie alle in selbstständigen Centralbewegungen um die Sonne kreisen. Darin liegt aber die nothwendige Folge, daß die inneren Theile eines solchen Ringes schneller sich bewegen mußten als die äußeren, nicht blos in Hinsicht auf die Umlaufszeit, sondern auch in absoluter Geschwindigkeit. Wenn z. B. die Breite des Ringes = $^1/_{10}$ des Halbmessers war, so mußte die Umlaufszeit der äußeren Theile zu der der inneren

Digitized by Google

wie 7 : 6 sich verhalten, und die Geschwindigkeit der letzteren zu der der ersteren wie 21 : 20.

Laplace sucht zwar die Annahme einer gemeinsamen Rotationszeit zu begründen durch die Reibung der Theile des Ringes unter sich. Doch dieser Grund reicht nicht hin eben aus dem Grunde, weil die Theilchen eines Ringes ganz selbstständige Bahnen beschreiben, und sonach gar keinen Druck auf einander ausüben. Ist nun schon die Reibung im Inneren eines Gases ganz außerordentlich gering, selbst auf kleine Distanzen und unter großem Druck, wie viel weniger wird sie in Betracht kommen, wenn gar kein Druck stattfindet, und die Schichten, welche die Reibung aufnehmen, viele hunderttausend Meilen hoch sind!

Noch einen andern Grund bringt Laplace für diese Annahme. Der Ring wird sich nämlich etwas condensiren, und folglich die äußern Theile sowohl wie die inneren der Mitte des Ringes sich nähern. Daraus folgt dann, daß jene an Geschwindigkeit zunehmen, diese aber abnehmen müssen. Allein bei näherer Prüfung zeigt sich, daß auch dieser Grund nicht stichhaltig ist und zwar 1) aus der bereits angegebenen Ursache, weil nämlich die Theilchen eines solchen Ringes nicht auf einander drücken. Fehlt nämlich die comprimirende Kraft, dann gibt es weder eine directe Veranlassung zur Verdichtung, noch eine Temperaturerhöhung und Wärmeausstrahlung. Eine Verdichtung kann also nur in einem minimalen Grad stattfinden und mit einer Langsamkeit, welche nicht in Vergleich kommt mit der Verdichtung eines Gasballes, dessen Schichten alle mit ihrem ganzen Gewicht auf einander drücken. 2) Wenn auch eine Verdichtung eintritt, so ist doch gar kein Grund vorhanden, daß dieselbe die Breite des Ringes verringern sollte. Dem Streben nach Verdichtung kann vollkommen genügt werden durch eine Verminderung der Dicke des Ringes. Im Sinne der Dicke steht nämlich gar Nichts im Weg, aber im Sinne der Breite kann sie nicht stattfinden ohne daß die Bewegungs-Energie der Theilchen geändert und folglich eine Arbeit angewendet würde.

Doch weshalb ist Laplace so besorgt um diesen einen, wie es scheint, ganz nebensächlichen Umstand? Der Grund ist, weil sonst die Rotation der Planeten von West gegen Ost nicht erklärt würde. Um diese in Übereinstimmung mit der Wirklichkeit zu erklären, wäre nach der Auffassung Laplace's durchaus nothwendig, daß die äußeren Theile eines Ringes eine größere absolute Geschwindigkeit besitzen als die inneren. In diesem Fall nämlich wird ein innerhalb des Ringes

Digitized by Google

sich entwickelnder Gasball durch die fortwährend mit ihm sich vereinigenden Theile auf der äußeren Seite einen stärkeren Antrieb zum Rotiren erhalten als auf der inneren, und folglich allmählich eine Rotation sich ausbilden, welche mit der Richtung des Umlaufes übereinstimmt.

Nun sehen wir aber, daß Laplace nicht nur Nichts erklärt, sondern daß gerade das Gegentheil stattfinden müßte. Die Theile, welche an der inneren Seite eines solchen Ringes ihren Umlauf machen, haben eine größere Geschwindigkeit als die auf der Außenseite sich bewegenden Massen. So müssen z. B. bei der Erde zur Zeit, als sie den Mondring absetzte, die inneren Theile um etwa $^1/_{400}$ der ganzen Geschwindigkeit, d. h. absolut um ca. 80 Meter schneller sich bewegt haben als die äußeren. Das hätte im Lauf der Jahr-Millionen sicher eine rückläufige Rotation von Ost gegen West bewirken müssen.

Das ist nun ein fataler Stoß, welchen die Auffassungsweise Laplace's erleidet. Und damit die Schwierigkeit voll werde, und man nicht etwa durch gewisse Kunstgriffe doch die Exposition Laplace's retten zu können meine, kommt nun auch die durch Beobachtungen erhärtete Thatsache dazu, daß der Mond des Neptun wirklich rückwärts läuft. Die Monde des Uranus waren auch nicht rechtläufig und fügten sich schon nicht den Deductionen des Meisters Laplace. Aber der Neptuns-Mond ist ganz entschieden ebenso retrograd, wie die Jupiters-Monde rechtläufig sind.

Das klingt nun fast wie eine Ironie des Schicksals. Laplace will nach seiner Theorie die Rechtläufigkeit der Satelliten erklären, wonach dann die Rückläufigkeit des Neptuns-Mondes als eine exceptionelle Extravaganz hätte angesehen werden müssen. In Wahrheit aber wäre eigentlich nach der Laplace'schen Auffassung diese Ausnahme als die Regel anzusehen, während die fast ausnahmslose Rechtläufigkeit eine unerklärte Anomalie wäre.

Wir sehen also, daß die Laplace'sche Auffassung der Theorie keineswegs zu einem sehr einfachen klaren lichtvollen Verständniß der wirklichen Verhältnisse führt, sondern vielmehr gewissermaßen in ein wissenschaftliches Dorngehege, aus dem wir kaum einen Ausweg sehen.

Was ist also zu thun? Sollen wir frischweg mit Mr. Faye erklären: „Die kosmogonische Theorie von Laplace ist in vollem Widerspruch mit dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft. Sie muß

Digitized by Google

durch eine andere Hypothese ersetzt werden."? Wie schon früher bemerkt, ist das keineswegs nothwendig. Nur einige specielle Auffassungsweisen Laplace's müssen eliminirt und durch bessere ersetzt werden.

Sonderbar aber ist es, daß auch bei diesen Verbesserungs-Versuchen manchmal einem kreisenden Berg ein „ridiculus mus" — ein kleines Mäuschen — entspringt. Mr. Faye will die ganze Theorie durch eine neue ersetzen. Wenn man aber seine langen Expositionen auf ihren eigentlichen Kern untersucht, dann findet man eigentlich Nichts. Im Gegentheil, man traut kaum seinen Augen, wenn man sieht, wie ein berühmter, im Dienst der Wissenschaft ergrauter Gelehrter sich in Klagen ergeht, daß die Cartesianischen Wirbel von den Männern der Wissenschaft nicht cultivirt worden seien, und die Meinung ausspricht, daß alle Schwierigkeiten sich ebnen werden, wenn man wieder die Ansichten des Descartes adoptiren und ausbilden würde. Vage inhaltsleere Hoffnungen, resp. Illusionen, anstatt einer soliden Theorie, welche die Laplace'sche ersetzen könnte! —

Ein guter Freund von mir hat einen weniger großartigen Anlauf genommen, und ist doch dem angestrebten Ziel weit näher gekommen. P. Epping S. J. („Kreislauf im Kosmos" Freiburg 1882) faßt die Sache so auf, daß die Verdichtung des ursprünglichen Gasballes immer nur in der oberflächlichen Schichte eingetreten sei, weil nur da (wegen der unmittelbaren Nähe des kalten Weltraums) durch Ausstrahlung die Wärme hinreichend herabgedrückt wird (S. 33.). Durch diese Verdichtung nun soll nur in dieser Schichte die tangentiale Bewegung vermehrt werden, „ohne daß der ganze Ball mit herumgerissen wird." — Wenn damit wirklich nachgewiesen würde, daß die inneren Theile eine so auffallend viel geringere Rotations-Energie besitzen wie die äußeren, dann wäre die eine Schwierigkeit gegen die Laplace'sche Theorie gehoben.

Indeß ist es doch nicht recht ersichtlich, daß in dem angegebenen Princip wirklich eine solche Erklärung enthalten sei. Man kann vielmehr 1) bezweifeln, ob nur in der oberflächlichen Schichte eine Verdichtung begründet sei. Es fehlt nämlich dort der Druck, und folglich auch die Temperatur-Erhöhung, und somit auch die Wärme-Ausstrahlung; und zudem ist auch das Emissions-Vermögen von so sehr verdünnten Gasen ein sehr geringes. In den tieferen Schichten dagegen ist ein starker Druck, folglich ein starkes Streben zur Verdichtung, eine hohe Temperatur und Wärme-Strahlung, und die höheren dünnen Schichten sind ziemlich diatherman. Könnte man

Digitized by Google

die inneren und äußeren Schichten auf ihren absoluten Wärmegehalt prüfen, so würde sicher sich ergeben, daß die inneren bereits mehr von ihrem ursprünglichen Gehalt abgegeben haben als die äußeren, und unter gleicher Temperatur würden also jene eine stärkere Verdichtung aufweisen als diese. — 2) Wenn nur die äußeren Schichten sich condensiren, dann wird dadurch für dieselben an Tangential-Geschwindigkeit fast Nichts gewonnen. Denn diese nimmt nicht zu in Folge der Verdichtung als solcher, sondern nur insofern die Verdichtung eine Annäherung an die Sonne zur Folge hat. Eine solche kann aber eben nur geschehen, wenn auch die inneren Schichten sich verdichten. — 3) Endlich würde aus der Annahme nur folgen, daß die Verdichtung der inneren Schichten erst *später* erfolgte als die der äußeren. Die Rotation derselben würde folglich auch erst später eine Beschleunigung erfahren; aber diese würde dann doch ganz in ebenso großem Maaße sich entwickeln, wie wenn die Verdichtung in allen Schichten gleichzeitig begonnen hätte. Der Endzustand wird also auch in dieser Annahme der gleiche sein, wie wenn die Annahme nicht gemacht worden wäre. — So möchte es scheinen. Vielleicht wird P. Epping seine Auffassung noch etwas vollständiger ausführen, so daß ersichtlich werde, wie diesen Bedenken zu begegnen wäre. —

Um die *zweite Hauptschwierigkeit*, die Rückläufigkeit der Satelliten und Rotationen, zu beseitigen, haben einige französische Gelehrte die sogenannte „Gezeiten-Reibung" als Erklärungsgrund zu Hilfe genommen. Mit diesen „Gezeiten" ist viel Mißbrauch getrieben worden; und nachdem einmal der gefeierte Meister Darwin diese Theorie sehr viel weiter ausgedehnt hat, als sie früher war, ist sehr viel Unverstandenes und Unverständiges darüber geschrieben worden. Es scheint wirklich, daß manchmal mit dem vielen Schreiben das solide Durchdenken im umgekehrten Verhältniß abnimmt. So hat Darwin selbst, der doch in vieler Hinsicht ein weit besserer Denker war als seine Anhänger, behauptet, daß unser Mond in frühester Zeit der Erde ganz nahe gestanden sei, so daß er seinen Umlauf in 3 bis 4 Stunden gemacht habe. Ein wenig Überlegung zeigt, daß das unmöglich ist. Wenn ein Satellit in kürzerer Zeit seinen Umlauf macht als der Hauptplanet seine Rotation, so muß die Fluthwelle auf ihn *retardirend* wirken, und das hat zur Folge, daß er sich dem Planeten nähern und seine Umlaufszeit *kürzer* werden muß. Consequent müßte er schließlich auf den Planeten fallen. Vielleicht werden Astronomen, welche nach 100000 Jahren leben werden, solches an Phobos

Digitized by Google

constatiren können. Nur wenn die Umlaufszeit des Mondes bereits größer ist als die Rotationsdauer des Planeten, dann strebt der Fluthberg, die absolute Geschwindigkeit des Mondes zu vermehren. Diese mitgetheilte Energie hat aber vielmehr zur Folge, daß sich die Bahn erweitert und die Umlaufszeit größer wird. Die obige Behauptung Darwin's wäre also nur haltbar, wenn die Erde ursprünglich schneller rotirt hätte als in 3 Stunden. Wie aber eine so schnelle Rotation entstanden sein könne, die sich dann nachher selbst wieder bremsen soll, das wäre eine ganz unlösbare Frage. Doch dies sei nur nebenbei bemerkt gegen Darwin's Übertreibungen der Gezeitentheorie.

In unsrem Fall nun soll die Gezeitenreibung in folgender Weise eingewirkt haben: Wenn auch ein innerhalb eines Ringes entstandener Gasball eine retrograde Rotation angenommen hat, so wird doch wegen seiner großen Dimension eine starke Fluth-Welle in demselben sich entwickeln. Diese nun muß mit der Länge der Zeit jene Rotation aufheben und eine entgegengesetzte Rotation bewirken, welche mit dem Umlauf des Planeten um die Sonne gleiche Richtung und auch gleiche Dauer hat. Nachdem sich diese ausgebildet hat, tritt die Verdichtung des Nebelballes ein und bringt die Rotationsdauer von der Zeit eines Jahres herab auf die eines Monates. Somit wird die ursprünglich gleichsam verfehlte Rotation in eine normale verwandelt.

Allein bei diesem Kunststück wird offenbar den Gezeiten zu viel zugemuthet. Ja die ganze Anwendung dieser Theorie auf die ersten kosmogonischen Perioden beruht auf einem prinzipiellen Irrthum. Weshalb soll die Rotation durch die Gezeiten retardirt werden? — Weil der Fluthberg in einer rückläufigen Bewegung um den Planeten herumgeführt wird und diesem seine Bewegung mitzutheilen strebt. — Ja, wird denn aber dieser Fluthberg auf dem Planeten fortgeschoben wie etwa eine Steinplatte auf dem unterliegenden Erdboden? Der Vorgang ist durchaus anderer Natur. Die Theile des Ozean's (um das concrete Beispiel von Erde und Mond zu betrachten), welche auf der dem Mond zugekehrten oder auf der abgewendeten Seite sich befinden, werden ein klein wenig leichter, dagegen die ringsum seitlich befindlichen um ebensoviel schwerer. Deshalb drücken die seitlichen etwas stärker gegen unten, und jene werden folglich von unten herauf etwas gehoben. So bildet sich der flache sogen. Fluthberg auf der dem Monde zugekehrten und auf der abgewandten Seite, und dieser Proceß setzt sich continuirlich fort. Es ist also nicht ein Fortschieben

Digitized by Google

eines Fluthberges auf einer Unterlage, welches Arbeit verzehren und die Rotations-Energie vermindern würde, sondern es ist ein sehr geringes oscillirendes Auf- und Absteigen der Massen, welche die Gestalts-Änderung bewirkt. Und diese verzehrt aus sich gar keine Arbeit, ebensowenig wie Arbeit verbraucht wird durch das Oscilliren einer großen Seifenblase um ihre mittlere Kugelgestalt. Es ist deshalb gar nicht ersichtlich, wie dieselbe die Rotation nach Art eines Brems-Ringes retardiren sollte. Eine solche Bremsung tritt erst dann ein, wenn auf der Oberfläche Continente sich befinden, an deren Küsten der Fluthberg eine Brandung erzeugen muß. Die ganze Energie der Brandung geht dann für die Rotation verloren, um in der vermehrten Bewegungs-Energie (in diesem Fall nicht der actuellen sondern der potentiellen) des Mondes wieder aufzutreten. Wäre aber die ganze Erde ringsum von einem sehr tiefen Ozean umgeben oder wäre sie durchaus flüssig, so gäbe es keine Brandung, und die ganze Gestalts-Änderung, welche wir „Gezeiten" nennen, würde sich ohne allen Aufwand von Arbeit vollziehen. Ein klein wenig Reibung wird allerdings dabei statthaben, aber das wäre etwas sehr Unbedeutendes. Wenn einmal das Phänomen der Gezeiten im Gang wäre, so könnte man den Mond gänzlich wegdenken, und die Fluth-Oscillationen würden gewiß über ein Jahrhundert lang blos in Folge der Trägheit sich fortsetzen.

Ist das nun schon der Fall bei einem Planeten, der bis zu sehr großen Tiefen von Wasser bedeckt ist, um wieviel mehr wird es seine Geltung haben, wenn die ganze Masse bis zum Centrum noch in gasförmigem Zustand sich befindet. Die ganze Gestalts-Änderung an sich erheischt prinzipiell gar keine Arbeit. Und selbst diese Arbeit, welche eventuell erfordert wird, vollzieht sich in einem Gasball ohne alle Reibung, oder doch mit einem so minimalem Reibungs-Coefficienten, daß wir dafür nicht nur kein Beispiel, sondern auch nicht einmal annähernd richtige hinreichend kleine numerische Angaben ermitteln können. Wenn also eine Arbeit verbraucht wird, so ist es um so zu sagen „ein unendlich Kleines zweiter Ordnung." Es gehört ein vollständiges Mißverständniß des ganzen Vorganges oder die blinde Zuversicht neuerer Darwinisten dazu, um in so extrem-minimalen Hemmnissen die wirksame Ursache der Rotation der Planeten zu finden.

Wenn gegenwärtig, da die Wirkung der Gezeiten in Folge der Brandungen gewiß über 1000 mal größer ist als in jenen Urzeiten, den-

Digitized by Google

noch seit 2000 Jahren absolut keine Verzögerung, selbst nicht um ein 20000000tel des Ganzen wahrnehmbar ist, weder in der Erd-Rotation noch im Umlauf des Mondes; wie viele Milliarden von Jahren würde es bedurft haben, um die ganze Rotation hervorzubringen! — Nimmt man noch dazu, daß die Gezeiten nur in den ersten Perioden, da sie am wenigsten wirken konnten, die zu erklärende Wirkung hätten leisten müssen — und zwar zweimal, 1) um eine entgegengesetzte Rotation aufzuheben, und 2) um die rechtläufige hervorzubringen, daß aber danach die Wirkung fortwährend wieder der erzeugten Rotation hemmend hätte entgegentreten müssen (da sie ja nach einer Rotation von der Dauer eines Jahres streben), — so wird man gestehen müssen, daß nicht nur diese ganze Mechanik einen sehr sonderbaren bizarren Character haben würde, sondern daß auch in der angegebenen Ursache nicht die erforderliche Energie gefunden werden kann, um gerade jenen Theil der sich entgegenstehenden Wirkungen, nämlich die rechtläufige Rotation von dieser Intensität hervorzubringen.

Doch wir haben nun hinreichend zusammengerissen; wir müssen auch bedacht sein, aufzurichten. Sonst könnte es scheinen, an der ganzen Laplace'schen Theorie sei gar nichts Gutes, was durchaus unrichtig wäre. Nicht das ganze Gebäude der Kant-Laplace'schen Theorie ist eingestürzt, sondern nur das von Laplace allein aufgerichtete zweite und dritte Stockwerk ist bei dem etwas übereilten Aufbau etwas fehlerhaft ausgefallen. Wir müssen nun suchen, auf demselben Fundament und demselben Unterbau das Material in einer stylgerechtern Form, d. h. einer den Beobachtungen einerseits und den Naturgesetzen anderseits mehr entsprechenden Darstellung, aufzuführen.

Um also die erste Schwierigkeit zu heben, welche die Rotationsgeschwindigkeit der Centralkörper betrifft, müssen wir uns klar zu machen suchen, wie die Rotation des ganzen großen Gasballes entstanden sein wird. Bereits früher wurde angedeutet, daß ein einzelner Gasball, welcher zu allen Zeiten isolirt existirt hat, nie eine Rotation in sich erzeugen kann. Diese Isolirtheit unseres solaren Nebelballes von allen andern Gebilden gleicher Art muß also aufgegeben werden.

Es war sonach ursprünglich nicht ein einziger Gasball, der dann das Sonnensystem gebildet hätte, sondern es waren sehr viele. Diese mochten eine Zeit lang für sich den Verdichtungsproceß durchgemacht haben; dann aber folgten sie dem Zug der Gravitation gegen einander. In sehr verwickelten Bahnen bewegten sie sich gegen einander,

Digitized by Google

stürzten allmählich einer in den andern, bis sie schließlich den einen großen Centralball bildeten, der für unser Sonnensystem bestimmt war.

Es ist einleuchtend, daß die so entstandenen zahlreichen Stöße der Nebelbälle nur ausnahmsweise eine centrale Richtung haben konnten. Auch wenn eine Masse ganz central gegen eine andere sich bewegte, mußte sie von den seitwärts stehenden Massen abgelenkt werden und folglich mit excentrischem Stoß in jene hineinfallen. Jeder solcher excentrische Stoß gegen die Centralmasse gab dieser nun einen Impuls zur Rotation, und folglich ist es im Princip ganz natürlich, daß schließlich eine dominirende Rotation wirklich entstand.

Dennoch ist die Sache, genauer betrachtet, nicht so einfach. Nehmen wir beispielsweise zwei Bälle an, welche in die absolut ruhende Centralmasse stürzten. Der erste wird durch den zweiten abgelenkt, trifft deshalb die Centralmasse excentrisch und gibt ihr einen Impuls zum Rotiren. Aber bald kommt auch der zweite Ball, welcher durch den ersten eine Ablenkung erlitten hatte, und dieser gibt der Centralmasse einen entgegengesetzten Impuls. Nun lehrt die Mechanik, daß der aus Beiden resultirende Impuls zur Rotation genau gleich Null sein muß. Wir würden somit, wie es scheint, niemals eine Rotation erhalten können.

Doch dem ist nicht so. Nur wenn der abgelenkte und der ablenkende Gasball in die Centralmasse gelangen, heben sich die Wirkungen auf. Allein es kamen auch Gasbälle aus so großen Entfernungen, daß sie einige Wirkung auch von benachbarten Sonnen (d. i. Fixsternen) erlitten hatten. In solchen Fällen kam nur die abgelenkte Masse zur Sonne, nicht aber die ablenkenden. Somit mußte dann ein Netto-Gewinn an Kraft zu Gunsten einer Rotation eintreten. Auch die in solcher Weise entstandenen vielen Rotations-Impulse werden in verschiedenen Richtungen wirksam gewesen sein, und deshalb theilweise ihre Wirkungen sich gegenseitig aufgehoben haben. Allein es gibt da kein Princip, nach welchem die schließliche Gesammt-Wirkung gleich Null sein müßte. In irgend einer Richtung wird also nach dem Austoben jener Stoßkräfte eine Rotation vorwiegend geworden sein.

In der Natur der Sache liegt es aber, daß jene zahllosen Massen, welche für die Rotation der Sonne nichts beitrugen, sondern nur die träge Masse derselben vermehrten, früher mit dieser sich vereinigten als die andern, welche aus sehr großen Entfernungen herbeikamen. Somit wurde der Sonnen-Embryo in den ersten Zeiten sei-

Digitized by Google

ner Entwicklung von den umstehenden Massen gleichsam nur genährt, um an Masse zuzunehmen, ohne daß irgend ein bestimmter Trieb für eine Rotationsthätigkeit hätte geltend werden können. Im zweiten Stadium der Entwicklung aber kamen jene effectiv wirksamen Impulse, welche der Einwirkung der nachbarlichen Sonnen ihre Kraft entnahmen.

Die Rotation erfolgte also keineswegs, wie Laplace es sich dachte, als ob diese Eigenschaft allen Theilen gleichsam von Haus aus eigen gewesen und durch die Verdichtung nur in ein schnelleres Tempo gebracht worden wäre, sondern die eigentliche Hauptmasse war bis zu einem — vielleicht weitvorangeschrittenen — Grad von Verdichtung eine ruhende Masse, und erst durch noch weitere mit derselben sich vereinigende Gasbälle wurde sie allmählich und von Außen her zur Rotation gebracht.

Auch liegt es in der Natur der Sache, daß die aus sehr großen Fernen in unser System hereinstürzenden Gasbälle mehr excentrisch unsern Sonnen-Nebel trafen, daß — um astronomisch zu reden — die Perihel-Distanz ihrer Bahnen eine größere war als die der aus geringeren Distanzen herbeigekommenen Massen. In Folge davon werden jene aus weiter Ferne kommenden Massen in den ersten Zeiten, da unser Centralball noch weniger andere mit sich vereint hatte und deshalb relativ klein war, denselben vielleicht gar nicht getroffen haben, sondern factisch wie Kometen um denselben herumgelaufen sein. In späteren Zeiten aber, als der Halbmesser des Nebelballes sich sehr vergrößert hatte, mußten sie denselben streifen und dann sehr energisch zu einer Rotation antreiben.

Um diese ganze Auffassungsweise auch einigermaßen mit numerischen Angaben zu belegen, müssen wir uns die Distanzen unsrer nächsten Nachbar-Sonnen in's Gedächtniß rufen. Der nächste aller Fixsterne scheint α Centauri zu sein, dessen Parallaxe nach den neuesten Messungen Gill's 0″.75 beträgt. Die Entfernung ist demnach gegen 46½ Billionen Kilometer. Der zweite wird 61 Cygni sein mit circa 84 Billionen, dann 34 Groombridge mit 100 Billionen, Sirius mit 134 Billionen, Wega mit 140 Billionen, der Polarstern mit 170 Billionen Kilometer. Man wird also nicht zu hoch greifen, wenn man annimmt, daß die durchschnittliche Distanz der 12 nächsten Sterne wenigstens 100 Billionen Kilometer betrage. Was also innerhalb einer Sphäre von ca. 50 Billionen Kilometer lag, wird unsrer Sonne zugefallen sein, das außerhalb Liegende den Nachbar-Sonnen. Nach einer Seite — gegen α Centauri — wird unser Antheil kleiner

Digitized by Google

ausgefallen sein, nach andern Richtungen aber auch größer. Was durchschnittlich innerhalb einer Sphäre von 30 bis 40 Billionen Kilometer Halbmesser sich befand, darf wohl füglich als dem Einfluß der Sterne nicht bemerkbar unterworfen angesehen werden. Dieser ganze Stoff wird also nur die träge Masse der Sonne vermehrt haben. Was aber aus den Distanzen 40, 50 bis 70 Billionen Kilometer kam, hatte von den Sternen eine entsprechend gesteigerte Einwirkung erfahren, und diese Massen bewirkten dann die Rotation des Sonnennebels.

Interessant ist es auch, diese Vorgänge in ihrem zeitlichen Verlauf einigermaßen zu verfolgen. Würde jetzt, nachdem die Masse der Sonne bereits beisammen ist, noch so ein Nachzügler aus jenen Regionen kommen, so würde er für seine Herreise, wie leicht zu berechnen ist, $15^{1}866800$, $24^{1}428530$, $34^{1}139980$, $44^{1}878030$ und $56^{1}552840$ Jahre verwendet haben, je nachdem er aus 30, 40, 50, 60 oder 70 Billionen Kilometer (von einigen Seiten mögen die Massen wegen größerer Distanz der Sterne noch weiter her gekommen sein) Entfernung gekommen wäre. In den ersten Zeiten war die Masse der Sonne noch sehr viel kleiner und folglich gingen auch jene Bewegungen bedeutend langsamer vor sich. Dazu kommt aber noch, daß bei so weit herkommenden Massen die Anziehung der benachbarten Fixsterne nicht nur durch Ablenkung, sondern noch mehr durch Verzögerung sich geltend machen mußte. Wenn ein solcher Gasball fortwährend durch einen oder einige Sterne von der jenseitigen Seite angezogen wurde, so ist klar, daß seine Bewegung gegen die Sonne sehr bedeutend verlangsamt werden mußte. Es entzieht sich jeder Berechnung, wie lange eine solche Masse — um so zu reden — unschlüssig war, nach welcher Seite sie sich wenden, und von welcher Sonne sie der Einladung definitiv folgen solle; und dann auch ferner, um wie viele Millionen Jahre die einmal angetretene Reise langsamer von Statten ging, als wenn die Anziehung der Sonne allein wirksam gewesen wäre. Für manche dieser Massen werden wohl einige 100 Millionen Jahre erforderlich gewesen sein.

Da aber ferner diese Massen eben durch die Einwirkung der Fixsterne eine *stärkere Ablenkung* erlitten hatten, so werden sie unsern Sonnen-Nebel zu Anfang gar nicht getroffen oder doch nur leicht gestreift haben. Deshalb blieben sie nicht sofort mit der Sonnenmasse vereinigt, sondern sie durcheilten ihr Perihel, büßten dabei durch den Widerstand der äußersten Schichten nur einen kleinen Theil ihrer Geschwindigkeit ein, um sich dann wieder innerhalb eines fast ebenso

Digitized by Google

großen Zeitraumes bis zum Aphelium zu entfernen. Sie kamen dann ein zweites-, drittes-, zehntes-, vielleicht hundertstesmal in einer jedesmal etwas verkleinerten Bahn. Wer vermöchte auch nur mit entfernter Annäherung zu schätzen, wie viele Milliarden von Jahren vergehen mußten, bis endlich die Bewegungs-Energie dieser Massen durch den Widerstand des Sonnen-Nebels erschöpft, resp. in eigene Rotations-Energie umgesetzt war, und dieselben definitiv dem großen Centralball einverleibt wurden!

Diese Vorgänge sind allerdings sehr weit entfernt von dem, was wir gegenwärtig im Universum vor sich gehen sehen. Allein sie enthalten nicht nur nichts, was irgendwie gegen Naturgesetze oder beobachtete Thatsachen verstieße, sondern ohne dieselben würde die Rotation unsres Sonnen-Nebels gar nicht physikalisch erklärt werden können. Es scheint sonach, daß man dieselben annehmen muß.

Doch es finden sich auch thatsächliche Bestätigungen dieser Annahmen. Dahin gehören jene Nebelflecken, deren Contouren und Lichtlinien in spiralförmigen Windungen ausgezogen erscheinen, namentlich der schöne Spiral-Nebel in den Jagdhunden. Wie wäre ein solches Gebilde anders zu erklären als durch den excentrischen Stoß eines Nebelballes in einen andern? Ein solcher Stoß muß ein derartiges Gebilde zur Folge haben, während auf keinem andern Weg dessen Entstehung erklärt werden kann. -- Wohl ist die Zahl solcher Spiral-Nebel nicht groß; aber das beweist nichts gegen unsre Annahme. Denn in der großen Mehrzahl der Fälle wird die Masse, welche in einen Centralball hineinstürzte, verhältnißmäßig klein gewesen sein, und deshalb die Contouren desselben wenig geändert haben. Nur wenn einmal eine große Masse in eine andere stürzte, dann wird das Ganze so gründlich aufgewühlt worden sein, daß die regelmäßige rundliche Gestalt verloren ging und die leuchtenden Theile in Form von Spirallinien sich anordneten. Nebst dem wäre diese Seltenheit der Erscheinung eine gewisse Bestätigung für die mitgetheilten Längen der Zeitperioden, in welchen die Bewegungen jener Massen sich vollzogen.

Wir können also wohl mit Recht sagen, daß die Annahmen, welche wir machen, um die Rotation der kosmischen Nebelmasse zu erklären, sehr wohl begründet sind.

Wird nun aber die Entstehung der Rotation in der angegebenen Weise aufgefaßt, dann bietet die verhältnißmäßig langsame gegenwärtige Rotation der Sonne keine Schwierigkeit mehr. Die Haupt-

Digitized by Google

masse der Sonne und die, welche sich zuerst um das Centrum ansammelte, hatte eben von Haus aus gar keine Rotation, und konnte folglich auch durch die Verdichtung keine erlangen. Nur vereinzelte Impulse mochten derselben bereits mitgetheilt worden sein; aber der eigentliche Antrieb kam erst später von außen, indem die äußeren Schichten des die Sonne umgebenden Nebelballes eine weit stärkere Rotations-Energie besaßen als der Centralkörper selbst. In jenem Nebel und aus demselben bildeten sich die Planeten. Kein Wunder also, daß diese ihre Umläufe verhältnißmäßig schneller ausführten, als es der Rotationsdauer der Sonne für die betreffenden Distanzen entsprechen würde. Nur ein Theil des Nebels entging der Annexion durch die Planeten und gelangte bei fortschreitender Verdichtung bis zur Sonne. Dabei gab er allmählich seine Rotations-Energie zum Theil an die Sonne ab und brachte diese dadurch ebenfalls in eine schnellere Rotation. Allein da die träge Masse der Sonne so überaus groß war, so ist ganz natürlich, daß die Rotation nicht die Schnelligkeit erlangen konnte, welche die an die Sonne sich ansetzenden Massen aus sich haben würden.

Ein sehr lehrreiches Nachspiel von diesen Vorgängen sehen wir noch jetzt an der Sonne. Die Thatsache ist allbekannt, daß die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne am Äquator ein Maximum, gegen die Pole ein Minimum ist. Der Unterschied ist sehr bedeutend, indem die Rotationsdauer gegen die Pole hin um $^1/_4$ des Ganzen länger zu sein scheint als die der äquatorealen Zone. Die Erscheinung ist noch auffallender deshalb, weil in unsrer Atmosphäre das Gegentheil stattfindet. Aber eine Erklärung derselben gibt es eben noch nicht, und die Ansichten von R. Wolf, Faye und Spörer sind weit davon entfernt, eine genügende Erklärung zu sein. Nur P. Epping hat den rechten Weg gefunden, der weiter verfolgt zu einer Erklärung führen konnte. Aus der oben entwickelten Theorie ergibt sich diese aber sehr einfach. Die äquatoreale Zone der Sonnenatmosphäre besteht nämlich aus den letzten Theilen des Sonnennebels, welche erst seit verhältnißmäßig kurzer Zeit der Sonne einverleibt worden sind. Deshalb besitzen sie noch einen Theil des Geschwindigkeits-Überschusses, mit welchem sie zur Sonne gelangten, während die gegen die Pole liegenden Theile bereits fast vollständig ihren Überschuß an Geschwindigkeit abgegeben haben.

Sehr lehrreich ist aber diese Erscheinung deshalb, weil sie thatsächlich beweist, daß die Wirkung der Reibung in Gasen weit

Digitized by Google

geringer ist als von manchen Gelehrten und von Laplace selbst angenommen wird. Wenn diese verhältnißmäßig sehr dünne Schichte unter dem enormen Druck der Schwerkraft gegen die Sonne viele tausend Jahre hindurch noch ihre eigenthümliche Rotationsgeschwindigkeit beibehält, ohne dieselbe mit dem eigentlichen Sonnenkörper ausgeglichen zu haben, wie viele tausendmal geringer muß die Wirkung gewesen sein in Gasmassen, welche fast gar keinen Druck auf einander ausübten und unvergleichlich höher gewesen sind! Die besondere Beschaffenheit der Sonnen-Oberfläche, kraft welcher ein sehr starker Wechselaustausch zwischen höheren und tieferen Schichten stattfindet, verleiht dieser Erwägung nur noch ein weit größeres Gewicht.

Doch bis jetzt haben wir die erste Schwierigkeit gegen Laplace's Theorie nur zur Hälfte beseitigt. Dieselbe besteht nämlich nicht blos betreffs der Sonne, sondern auch in Bezug auf die Planeten; ja bei diesen ist sie eigentlich am stärksten begründet durch die Erscheinung des Trabanten Phobos.

Die Schwierigkeit betreffs der Planeten läßt sich nun aber ganz in gleicher Weise beseitigen. Allein dazu ist erforderlich, daß wir auch die Entstehung der Rotation der Planeten genauer in's Auge fassen. Damit greifen wir aber bereits in die zweite Schwierigkeit über, welche der Laplace'schen Auffassung seiner Theorie entgegensteht, und welche die „Ringtheorie" als unzulässig erscheinen läßt.

Welche Gründe Laplace gehabt haben mag, die Ringbildung als ein nothwendiges Mittelglied zwischen dem ursprünglichen planetarischen Nebel und der Bildung der Planeten selbst aufzustellen, wird schwer anzugeben sein. Aber auffallend ist, daß man so allgemein in dieser Hinsicht an der Laplace'schen Auffassung festgehalten hat. Ich erinnere mich noch sehr gut, wie ich in früher Jugend vor nunmehr fast 40 Jahren diese Theorie aus Littrow's „Wunder des Himmels" zum erstenmal studirte, und wie ich sofort diese Ringtheorie als unrichtig ansah. Der leichte jugendliche Sinn hatte vielleicht noch zu wenig Ehrfurcht vor der gewaltigen Auctorität Laplace's; und sehr bald hatte ich auch die ganze Planeten-Entwicklung in andrer Weise mir zurecht gelegt. Aber auch jetzt, nachdem der jugendliche Sinn sehr starke Dämpfungen erlitten hat, halte ich an meinen damaligen Auffassungen fest. Dieselben liegen so nahe und scheinen so selbstverständlich, daß es sonderbar wäre, wenn nicht Andere die gleichen

Digitized by Google

Ideen gefaßt hätten. Doch da ich sie nie ausgesprochen gefunden habe, werde ich sie in Folgendem in Kürze auseinandersetzen.

Nachdem also unser Sonnen-Nebel bereits eine stark condensirte Masse im Centrum hatte, und eine vielleicht 100 Erdweiten (à 150 Millionen Kilometer, genauer 149'650600 Kilometer) im Halbmesser haltende abgeplattete Nebelhülle um dasselbe rotirte, bildeten sich in diesem Nebel verschiedene Condensations-Centra ganz in gleicher Weise wie früher in dem Nebel, der das Universum ausfüllte. Die Umstände waren die gleichen, und deshalb ist gar nicht abzusehen, warum nothwendig erst Ringe hätten gebildet werden müssen, und dann erst innerhalb dieser Ringe die Verdichtungs-Centra. Der Einfachheit wegen nehmen wir einstweilen an, jedem zukünftigen Planeten habe nur ein Condensations-Centrum entsprochen. Es ändert sich im Wesentlichen gar nichts, wenn es ursprünglich mehrere waren, die aber nachher in einen zusammenflossen.

Diese Condensations-Centra entstanden aber nicht in derselben Entfernung von der Sonne, in welcher der entsprechende Planet gegenwärtig sich befindet, sondern wahrscheinlich in einer etwa fünfmal größeren Distanz, vielleicht auch in weit größerer Entfernung.

Die nächste Folge der Entstehung dieser dichteren Massen mußte nothwendig sein, daß dieselben etwas näher gegen die Sonne rückten und in Folge dessen auch ein wenig schneller sich bewegten als der umstehende Nebel. Ein solcher entstehender Planet war nämlich dreien Kräften unterworfen: 1) der Schwerkraft gegen die Sonne, 2) der Fliehkraft und 3) dem aërostatischen Auftrieb, welchen das umstehende gegen die Sonne gravitirende Gas auf ihn ausübte. Nothwendig mußte er also eine solche Distanz von der Sonne einnehmen, wo die erste dieser drei Kräfte von den beiden andern im Gleichgewicht gehalten wurde. Wenn nun die Dichte eines solchen Gasballes zunahm, dann wurde der aërostatische Auftrieb im Verhältniß zu den beiden andern Kräften schwächer; folglich bekam die Gravitation das Übergewicht, und der Körper näherte sich der Sonne. Dabei wurde die Arbeit der Anziehungskraft in Umlaufs-Energie umgesetzt; in Folge davon nahm die Fliehkraft zu (und zwar stärker als die Schwerkraft, wie bereits früher gezeigt wurde), und somit wurde das Gleichgewicht wieder hergestellt.

Dabei wurde die Geschwindigkeit des Gasballes nothwendig etwas größer als die der umstehenden Massen. Diese wurden also in langsamem Tempo durchlaufen, und der Gasball war somit in der

Digitized by Google

vortheilhaftesten Lage, um sehr viel Stoff annectiren zu können. Die zunehmende Masse und die wachsende Dichte unterstützten sich gegenseitig wie abwechselnd Ursache und Wirkung, und so trug ein kaum entstehender Nebelball die glückliche Veranlagung und Bestimmung in sich, allen Stoff sich anzueignen, in dessen Nähe ihn sein Weg vorbeiführte. Dieser Weg führte ihn aber in sehr engen Spiralwindungen aus der etwa fünffachen Distanz bis zur gegenwärtigen. Es ist klar, daß auf diese Weise ein sehr großer Theil des ursprünglichen Sonnen-Nebels schließlich mit diesen wenigen Gasballen vereinigt werden mußte. Der andere Theil aber, welcher dieser Annexion entging wurde in fortgesetzter Contraction der Sonne immer näher gebracht, und schließlich von dieser selbst aufgenommen.

In Folge dieser allmählichen Auffangung der Nebelmassen durch die Planeten und durch die gleichzeitige Contraction des Ganzen gegen die Sonne mußte natürlich der Nebel dünner werden. Dadurch wurde der auf die Planeten-Bälle geübte Auftrieb ebenfalls kleiner, und diese mußten sich der Sonne noch mehr nähern. Das schließliche Resultat mußte offenbar sein, daß sich die Planeten der Sonne soweit näherten, bis die Fliehkraft allein und ohne allen Auftrieb der Schwerkraft gleich wurde. Damit kam das 3. Kepler'sche Gesetz zur Geltung.

Die Annahme, daß jeder Planet in der fünffachen Distanz von der Sonne entstanden sei, ist nicht ganz willkürlich. Die Geschwindigkeit eines jeden Planeten ist bekanntlich gerade so groß, wie sie sein würde, wenn derselbe aus der doppelten mittleren Distanz ohne Anfangsgeschwindigkeit bis zu seinem gegenwärtigen Ort frei und ohne Widerstand gefallen wäre. Allein ziehen wir in Betracht, daß er auf seinen Spiralwindungen beständig einen ansehnlichen Widerstand viele Millionen Jahre hindurch überwinden mußte, so scheint der Schluß gerechtfertigt, daß er aus größerer Distanz herbeigekommen sei. Die bedeutend größere Energie welche dabei die Schwerkraft ihm mittheilen konnte, verbunden mit der größeren Anfangsgeschwindigkeit aller Theile, reichten dann hin, um die durch den Widerstand verbrauchte Energie zu liefern.

Wir haben also ein Sonnensystem mit vielen die Sonne umkreisenden Planeten, resp. Gasballen, aus denen die Planeten werden sollten. Aber haben wir auch eine Rotation?

Es ist nicht schwer einzusehen, daß in dem beschriebenen Vorgang eine sehr ausgiebige Ursache für eine rechtläufige Rotation ent-

Digitized by Google

halten ist. Denn ganz naturnothwendig mußte der große Sonnen-Nebel in den der Sonne näheren Theilen eine größere Dichte haben als in den entfernteren. Indem nun die kleineren Gasbälle jenen Nebel durchzogen mit einer etwas größeren Geschwindigkeit als dieser selbst besaß, mußten sie auch einen ungleichmäßigen Widerstand erleiden. Auf der der Sonne zugewendeten Seite war der Widerstand größer, auf der abgewendeten kleiner. Es resultirte somit eine retardirende Kraft, welche nicht durch das Centrum des Gasballes gerichtet war, sondern an einer der Sonne nähergelegenen Stelle desselben ihren Angriffspunkt hatte. Da diese Ursache viele Millionen Jahre beständig in gleichem Sinne wirksam war, so mußte nothwendig ein starker Antrieb zur Rotation erfolgen, und zwar in derselben Richtung, in welcher der Umlauf um die Sonne geschah.

Suchen wir auch für diese Vorgänge einigermaßen numerische Angaben zu gewinnen. Nicht als ob wir im Stande wären, genau die Größen und Zeiten zu errechnen, wie sie in Wirklichkeit waren, sondern vielmehr um uns zu versichern, daß die gemachten Annahmen nach den Gesetzen der Mechanik zu ganz plausiblen Resultaten führen und keinerlei Widerspruch mit denselben oder mit andern Thatsachen enthalten.

Betrachten wir beispielsweise unsere Erde, welche also nach der gemachten Annahme etwa da entstanden sein wird, wo jetzt die Bahn des Jupiter sich befindet, d. h. in der Entfernung von fünf Erdweiten von der Sonne. Während die zukünftige Erde in den engen Spirallinien sich ihrer jetzigen Bahn näherte, wurde ihr durch die Sonnen-Anziehung Energie mitgetheilt. Aber nicht die ganze Masse kam aus jener Entfernung, da ja dieselbe erst allmählich sich conglomerirte. Um diesen Umstand einigermaßen angenähert in Rechnung zu bringen, können wir annehmen, daß jene Energie etwa ebenso groß war, wie wenn die ganze Masse aus einer mittleren Distanz zwischen 5 und 1, also etwa $2^3/_4$ herabgekommen wäre. Dann ist die mitgetheilte Energie leicht zu berechnen nach der Formel $A = M.m.C.\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D}\right)$, wo d die „Erdweite" oder „Sonnenweite" bedeutet, und $D = 2^3/_4\ d$ zu setzen ist. Es ergibt sich, daß jeder Tonne (à 1000 Kilo) Erdmasse eine Energie mitgetheilt wurde = 57511400 Meter-Tonnen. Die gegenwärtige Umlaufs-Energie der Erde beträgt nur 45187500 Meter-Tonnen auf jede Tonne. Somit haben wir einen Überschuß = 12323900 Meter-Tonnen. Davon geht freilich

Digitized by Google

noch Etwas ab, nämlich die Arbeit welche der zu überwindende Auftrieb verzehrt hat; aber dafür kommt auch der Umstand hinzu, daß sowohl die Erde beim ersten Entstehen, als auch alle später hinzutretenden Massen bereits eine namhafte Anfangsgeschwindigkeit besaßen. Bleiben wir also bei dem berechneten Überschuß, so ist das soviel als eine ununterbrochen wirkende Pferdekraft in 52 Jahren leisten würde. Da die Erde 6020 Trillionen Tonnen [1]) an Masse besitzt, so würde der Kraft-Überschuß der Leistung von 6020 Billionen Pferden, welche 52 Millionen Jahre ununterbrochen wirken, gleichkommen. Das dürfte wohl hinreichen, um den Widerstand des bereits stark verdünnten Mittels, welches ohnehin nur mit einer kleinen Geschwindigkeits-Differenz durchsetzt wird, auszugleichen.

Einen kleinen Bruchtheil davon müssen wir allerdings noch für die Rotation beanspruchen. Die Rotations-Energie der Erde läßt sich leicht berechnen, da sie ebenso groß ist, als ob $^2/_5$ der Masse an einem Punkt des Äquators, oder je $^1/_5$ an zwei entgegengesetzten Punkten rotiren würde. Man findet, daß diese Energie 4411 Meter-Tonnen für jede Tonne der Erdmasse beträgt [2]). Das ist also etwa $^1/_{13040}$ der gegenwärtigen Umlaufs-Energie oder $^1/_{2794}$ jenes Überschusses, d. h. ein sehr geringer Bruchtheil desselben. Sonach ist kein Zweifel, daß die hier auftretenden Kräfte in vollem Maaß und weit mehr als genügend sind, um sowohl jenen Widerstand des Mittels zu überwinden als auch die Rotation der Erde hervorzubringen.

Nachdem wir nun die eigentliche Ursache der Rotation der Planeten nachgewiesen haben, können wir auch auf den zweiten Theil der ersten Hauptschwierigkeit zurückkommen. Die Lösung gibt sich auch hier sehr leicht, da die Umstände in der Hauptsache sehr analog sind denen, welche bei der Entstehung der Sonnen-Rotation obwalteten. Es ist klar, daß der Antrieb zur Rotation nicht die ganze Masse des Planeten-Balles durchdrang, sondern immer nur in der obersten Schichte seine Angriffspunkte hatte. Denn nur diese hatte den Widerstand des umstehenden Mittels auszuhalten, und nur in dieser entwickelte sich das Übergewicht des Widerstandes auf der der Sonne näher liegenden Seite. Obgleich auch die inneren Schichten kurze Zeiträume hindurch einen Antrieb zur Rotation erhielten, so lange nämlich als jede einzelne derselben die oberste Schichte war, so geschah doch die Haupt-

[1]) Als mittlere Dichte der Erde nehme ich 5.56 an, und die Dimensionen derselben entsprechend dem „typischen Erd-Sphäroid" nach Listing.

[2]) Der Betrag ist noch etwas geringer wegen der ungleichmäßigen Dichte der Erde.

Digitized by Google

wirkung erst von den höchsten Schichten des fast vollendeten Gasballes aus.

Der innere Grund hiefür ist etwas verwickelter Natur. Der Antrieb, welcher durch den ungleichen Widerstand auf zwei entsprechende links und rechts liegende Flächen-Elemente bewirkt wird, ist proportional zu deren Abstand, den wir mit x bezeichnen wollen, 1. weil dieser den Hebelarm des Antriebes bildet, und 2. weil die Dichtigkeitsdifferenz demselben proportional ist, somit der Antrieb proportional zu x^2. Die Anzahl der Flächen-Elemente ist aber proportional zu r^2, wenn r der Halbmesser des Balles ist. Somit ist das Drehungs-Moment des ganzen Antriebes proportional zu r^4. — Nun ist die Masse der zu bewegenden obersten Schichte proportional zu r^2; ihr Trägheits-Moment aber zu r^4. — Danach könnte es also scheinen, daß alle Schichten seiner Zeit bei gleicher Dauer der Einwirkung dieselbe und gleiche Winkelgeschwindigkeit erlangt hätten. — Allein es treten noch andere Umstände hinzu: Als der Gasball noch sehr klein war, bewegte er sich mit einem äußerst geringen Geschwindigkeits-Überschuß durch den Nebel; und erst als er größer wurde, senkte er sich tiefer in denselben, und die relative Geschwindigkeit wurde größer. Wir können wohl mit einiger Annäherung diesen Geschwindigkeits-Überschuß als proportional zum Radius des Balles annehmen. Nun ist aber der Widerstand des Mittels angenähert proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit, folglich wird auch der Antrieb zur Rotation nochmals im Verhältniß des Quadrates r^2 größer werden. Wir können also mit guten Gründen den Antrieb zur Rotation als proportional zu etwa r^6 annehmen. Das Trägheitsmoment der obersten Schichte ist proportional zu r^4. Folglich ist die in gleichen Zeiten ertheilte Winkelgeschwindigkeit beiläufig proportional zu r^2. Damit ist das Übergewicht der äußersten Schichten nachgewiesen; denn dieselben werden beispielsweise eine 100mal stärkere Beschleunigung der Rotation erleiden, als zu ihrer Zeit diejenige Schichte, welche dem Centrum des Balles 10 mal näher steht, erlitten hatte.

Es war also auch hier bei den Planeten der bei weitem größte Theil des Antriebes zur Rotation in den höchsten Schichten wirksam (bei der Erde etwa in dem Abstand von 70 der gegenwärtigen Erd-Halbmesser), und die inneren Theile bildeten eine verhältnißmäßig ruhende träge Masse, welche erst ganz allmählich durch die sich tiefer und tiefer senkenden Massen mit in schnellere Rotation versetzt werden mußte.

Digitized by Google

Damit schwindet also die erste Schwierigkeit, welche in der zu langsam scheinenden Rotation der Centralkörper begründet war, auch in Bezug auf die Planeten. Wenn ein Planet auch längere Zeit braucht zu einer Rotation, als sein Satellit zu einem Umlauf, so ist das keine Schwierigkeit mehr gegen die Laplace'sche Theorie im Allgemeinen, sondern nur gegen den unwesentlichen Theil derselben und die specielle Auffassungsweise eines Gliedes der Entwicklung, welche wir als „Ringtheorie" bezeichnet haben. Nachdem diese ausgeschieden ist, gibt die Theorie in vollem Einklang mit den Gesetzen der Natur klaren und genügenden Aufschluß über alle Erscheinungen, für welche überhaupt Aufschluß von der Theorie erwartet werden kann.

Die Ringtheorie ist also unrichtig; jedoch nicht principiell und aus inneren Gründen, sondern nur thatsächlich und wegen äußerer Umstände. Die Ringbildung ist nicht unmöglich, wie ja schon die Saturnsringe beweisen; und auch um die Sonne hätte sich eine riesige Ringscheibe bilden können. Diese Bildung unterblieb nur deshalb, weil eine andere Entwicklung ihr zuvorkam. Nach Laplace hätten innerhalb eines Ringes ein oder mehrere Gasballen entstehen sollen, welche bestimmt waren, den Ring zu verzehren. Nun kamen aber diese gierigen Geschöpfe früher zur Welt als die Ringe selbst. Kein Wunder, daß da jeder Anfang eines Ringes sofort zerstört werden und die entsprechende Masse der Annexion anheimfallen mußte. Nur der äußerste Ring des Systemes bildet eine Ausnahme. Derselbe hatte Zeit sich zu bilden, und Neptun entstand erst später als er. Deshalb ging es dort auch ganz nach der (corrigirten) Laplace'schen Auffassung, und Neptun rotirt deshalb und sein Mond bewegt sich rückläufig. Die Bewegung der übrigen Planeten und Trabanten aber ist rechtläufig, weil die von Laplace hiefür postulirten Ringe sich nicht bilden konnten.

Die weitere Entwicklung des Planetensystem's bietet keine Schwierigkeiten mehr. Die Systeme zweiter Ordnung d. i. der Satelliten entstanden in gleicher Weise, wie das Sonnensystem im Großen sich gebildet hatte. Die Satelliten mußten consequent auch rotiren. Die Eigenthümlichkeit unsres Mondes, daß seine Rotation genau gleiche Dauer hat mit der siderischen Umlaufszeit, und die möglicherweise auch bei andern Satelliten stattfindet, ist allerdings aus der Gezeiten-Reibung zu erklären. Doch das ist in diesem Fall wohl auch zulässig und widerspricht nicht dem, was oben über die Gezeiten

Digitized by Google

gesagt wurde. Denn 1. ist es ja recht wohl möglich, daß die Rotation welche der Mond vermöge seiner Entstehung schon haben mußte, aus sich bereits mit dem siderischen Monat nahe übereinstimmte, so daß es nur noch eines geringen Einflusses bedurfte, um eine völlige Übereinstimmung herzustellen, worin ja eben das specifische Streben der Gezeiten-Reibung besteht. 2. Die Wirkung kann recht gut erst dann stattgefunden haben, als auf dem Monde bereits (und noch) Oceane mit Brandungen existirten; und es kann in keiner Weise nachgewiesen werden, daß dieselbe bereits während des gasförmigen Zustand des Mondes stattgefunden habe. 3. Die Gezeiten welche von der Erde auf dem Mond erzeugt werden, sind sehr viel stärker als die welche die Sonne auf einem Planeten z. B. der Erde hervorbringt. So würde der Fluthberg auf dem Mond etwa 91 mal höher sein, als der, welcher auf der Erde von der Sonne erzeugt wird. Anderseits ist der Widerstand des Mondes gegen einen Rotations-Impuls über 1000 mal kleiner als der, welchen die Erde einem solchen entgegenstellt. Somit ist leicht zu ersehen, daß unter solchen Umständen die Gezeitenreibung von maßgebendem Einfluß auf die Geschwindigkeit der Rotation sein konnte. —

Wie nun der große Central-Körper des System's in Folge der Verdichtungswärme zu einer hellstrahlenden Sonne sich gestaltete, so ist dasselbe in kleinerem Maaßstab wahrscheinlich bei allen Planeten einmal geschehen. Die Hitze, welche in einem solchen Körper durch die Verdichtung entstehen mußte, läßt sich nach den gleichen Formeln berechnen, wie es oben für die Sonne geschah. Nehmen wir als Beispiel unsre Erde. Wir können wohl annehmen, daß dieselbe im frühesten Urnebel ein Volum einnahm, dessen Radius mindestens das Millionfache des gegenwärtigen betrug. Danach ist die Condensations-Arbeit $A = \frac{3}{5} m^2 C \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{1000000\ r}\right)$, wofür einfach das Potential $H = \frac{3}{5} \frac{m^2 C}{r}$ gesetzt werden kann. Dieses ist äquivalent mit der erzeugten Wärme, und folglich diese $= W = \frac{3\ m^2\ C}{5 . r . 428 . g}$ Wärme-Einheiten, und die Temperaturerhöhung $Te = \frac{3\ m\ C}{2140 . r . g} = 8943^0$ C, wenn diese specifische Wärme $= 1$ angenommen wird. In Wirklichkeit ist diese weit kleiner, und man kann im Mittel wohl $c = 0.22$ annehmen. Damit erhalten wir die Tempe-

Digitized by Google

raturerhöhung = 40600° C. Diese Temperatur wäre wohl hoch genug, um die Erde sehr stark hellglühend zu machen, auch wenn in Folge der beständigen Ausstrahlung nur $^1/_{10}$ derselben in einer früheren Zeitperiode gleichzeitig vorhanden gewesen wäre.

Doch zu dieser Wärme kommt noch eine andere, welche durch die Cohäsions- und chemischen Kräfte hervorgebracht wird. Nachdem nämlich die Entwicklung der Weltkörper so weit gediehen war, daß nicht blos die Atome der chemischen Elemente aus den Uratomen sich constituirt hatten, sondern auch Verbindungen unter denselben eintraten und außer dem gasförmigen auch der flüssige und feste Aggregats-Zustand sich bildete, da kamen auch diese Kräfte zur Geltung. Das Wesen derselben ist uns nicht bekannt. Wir wissen jedoch, daß sie auf die allgemeine Gravitation, sofern diese streng nach dem Newton'schen Gesetz wirkt, nicht zurückgeführt werden können. Wahrscheinlich sind sie indeß dennoch mit dieser Naturkraft im Grund identisch; und wir müssen dann annehmen, daß das Newton'sche Gesetz nur eine Annäherung an die Wahrheit enthält, welche für größere Distanzen fast vollkommen genau der Wirklichkeit entspricht, während bei sehr kleinen Distanzen die Kraft in einem weit stärkeren Verhältniß zunimmt, als das Quadrat der Distanz abnimmt. In Folge davon muß dann auch die Verdichtungs-Arbeit im letzten Stadium eine größere sein als das Potential angibt, und die Wärme-Entwicklung muß ebenfalls durch die Thätigkeit dieser Kräfte gesteigert werden.

Die Größe der durch dieselben erzeugten Wärmemenge ist durch zahlreiche Versuche ermittelt worden. Wenn z. B. Wasserstoff und Sauerstoff sich zu Wassergas vereinigen, so wird soviel Wärme entwickelt, daß eine gleich große Masse Wasser — wenn das möglich wäre — auf 3800° C erhitzt werden würde. Wenn Kohlenstoff und Sauerstoff zu Kohlensäure sich verbinden, so würde eine gleichgroße Masse Wasser auf 2127° erhitzt werden können. Ähnliche, doch meist kleinere Wärmeentwicklungen erfolgen bei andern chemischen Verbindungen. Wenn ferner Wassergas zu Wasser condensirt wird, so würden gegen 600° C in diesem Wasser hervorgebracht werden, und wenn Wasser zu Eis erstarrt, wird nochmals durch die Cohäsionskräfte soviel Wärme frei, daß die Temperatur um ca. 75° steigen könnte. Ähnliches geschieht bei allen andern Substanzen. Diese Wärmemengen sind nicht zu vernachlässigen. Bei sehr großen Himmelskörpern, wie bei der Sonne und Jupiter, sind sie allerdings ziemlich verschwindend klein im Vergleich mit der ganzen Verdichtungs-Wärme; aber

Digitized by Google

bei kleineren bilden sie einen ganz erheblichen Bruchtheil der Gesammt-Wärme.

Es ist sonach ziemlich wahrscheinlich, daß unsre Erde einestheils schon durch die Verdichtungs-Wärme auf eine so hohe Temperatur gebracht wurde, daß die Hauptmasse in hellglühendem feurig-flüssigen Zustand sich befinden mußte, daß aber anderseits durch die Wirkung der chemischen Kräfte der Zustand des Selbstleuchtens, wenigstens auf einige Zeit, bedeutend erhöht wurde. Als die großen Massen von Wasserstoff und Sauerstoff, welche jetzt vereint unsre Oceane ausfüllen, chemisch sich verbanden, muß dadurch die Hitze und der Glühzustand auf der Oberfläche sehr erheblich gesteigert worden sein, und die Erde mag damals wie eine kleine Sonne gestrahlt haben. Der Prozeß konnte auch einige Jahrhunderte andauern, so lange nämlich bis in Folge der Ausstrahlung die Temperatur überall weit unter die Dissociations-Temperatur des Wassergases (d. i. circa 2560°) herabgekommen und die Verbindung vollständig vollendet war.

Bei den übrigen Planeten wird ganz Ähnliches stattgefunden haben; aber die Wärmemengen sind sehr verschieden von derjenigen der Erde. Wird die specifische Wärme $c = 0{\cdot}220$ angenommen, so beträgt die Temperaturerhöhung durch Verdichtungs-Wärme bei Merkur 6590°, Venus 36000°, Erde 40630°, Mars 8950°, Jupiter 1·1800000°, Saturn 410000°, Uranus 144000°, Neptun 164000° C. Die vier letzteren werden also wohl sicher einmal als selbstleuchtende Sterne hell geglänzt haben. Wahrscheinlich werden aber auch die kleineren Planeten unter Mitwirkung der chemischen Kräfte eine kürzere Zeit hindurch diesen Vorzug besessen haben, obgleich wohl nicht alle zur gleichen Zeit [1]).

Unsere Sonne wurde also in jener fernen Vergangenheit nicht blos von mehreren dunklen Kugeln umkreist, sondern von wirklichen, obgleich weit kleineren, Sonnen. Wie herrlich hätte damals der Anblick sein müssen für ein der Bewunderung fähiges Geschöpf, wenn etwa auf einem der kleinsten hinreichend erkalteten Planeten Gott solche Wesen erschaffen hätte! Wenn aber solche Beobachter dort nicht existirt haben, so müßten wir in Gedanken schon ziemlich weit gehen, um solche zu finden, und das Ganze würde dann schon bedeutend an Großartigkeit und Pracht verloren haben. Von einem der Planeten,

[1]) Wegen der stärkeren Verdichtung gegen das Centrum müssen alle diese Zahlen noch etwas größer angenommen werden.

Digitized by Google

welche muthmaßlich α Centauri umkreisen werden, hätte man unsre Sonne als einen schwächeren Stern erster Größe sehen können. Bei demselben hätte man mit starken Fernröhren einen „Compagnon" (Jupiter) von etwa 10. Größe in einem Abstand von 3 Bogensekunden wahrgenommen; auch noch ein zweiter Begleiter (Saturn) von 12. Größe wäre sichtbar gewesen, und mit den mächtigsten Teleskopen hätte man auch noch zwei andere (Uranus und Neptun) finden können. Unsre Erde aber wird wohl wegen der Nähe der Sonne zu keiner Zeit, auch selbst damals nicht, als sie in ihrem hellsten Glanz erstrahlte, im Stand gewesen sein, sich in der Distanz einer Sternweite noch irgendwie bemerklich zu machen. So klein und unbedeutend ist Alles, was uns groß scheint, wenn es aus einer weniger kleinen Entfernung betrachtet wird, oder wenn es neben etwas wirklich Großes oder doch bedeutend Größeres gestellt erscheint! --

V. Weitere Bestätigungen und Einwendungen.

Die Darstellung der kosmogonischen Theorien nach Kant-Laplace nebst Verbesserungen dürfte in einer Weise geschehen sein, daß gleichzeitig auch die innere Berechtigung derselben einigermaßen hervortrat. Doch wird es angemessen sein, daß wir auch noch speciell von diesem Standpunkt aus einen Rückblick auf das Ganze werfen, nicht sowohl um den Grad der Wahrscheinlichkeit der Theorie, nach der Weise wie es von Laplace geschah, numerisch zu berechnen, als um uns im Allgemeinen über die Sicherheit derselben mehr zu orientiren, und etwaigen Schwierigkeiten zu begegnen. Die speciell numerische Feststellung der Wahrscheinlichkeit hat nämlich, trotz der Verwendung eines ansehnlichen mathematischen Apparates, am Ende doch weniger Werth, als es Manchem scheinen möchte, da sie ja doch nicht alle Umstände gebührend in Rechnung bringt und auch leicht durch irgend einen zuwiderlaufenden Umstand (in unsrem Fall z. B. durch die rückläufige Bewegung des Neptun-Mondes) als hinfällig oder doch von fraglichem Werth erscheinen könnte.

Es ist nun schon bemerkt worden, daß eine Hauptstütze unserer Theorie in dem Rückwärtsschließen aus dem gegenwärtigen Zustand des Universums auf die früheren enthalten sei. Wir wurden da in

Digitized by Google

der That von vielen ganz verschiedenen Standpunkten aus auf den einen Schluß hingedrängt, daß unser ganzes Sonnensystem ursprünglich ein großer Gasball oder, astronomisch gesprochen, ein Nebelfleck gewesen sein muß. Das ist nun schon der wesentlichste und Haupt-Theil der Kant-Laplace'schen Theorie, und somit erscheint dieser schon durch diese mehr allgemeine Betrachtung als in hohem Grad sichergestellt.

Eine andere Art der Begründung oder Constatirung, welche sich nicht blos auf die Theorie im Ganzen und Großen bezieht, sondern auch auf einzelne Umstände derselben erstreckt, wird auf dem umgekehrten Weg erzielt. Man geht von den Grundlagen aus, welche die Theorie aufstellt, und verfolgt die Entwickelungen derselben, wie sie nach bekannten Naturgesetzen erfolgen müssen. Aus der Übereinstimmung dieser Entwickelungen mit den thatsächlichen Gestaltungen ergibt sich dann von selbst ein Schluß auf die Richtigkeit der Theorie.

Die Forderungen, welche in dieser Hinsicht an eine Theorie gestellt werden können, dürften sich nun wohl auf die folgenden drei zurückführen lassen. Eine Theorie muß, um als wahr anerkannt zu werden, 1. eine naturgemäße ursächliche Erklärung bieten für diejenigen Erscheinungen, zu deren Erklärung oder um derentwillen sie aufgestellt wird. — 2. Weder hierin noch in Betreff anderer Erscheinungen darf sie irgend einen Widerspruch zeigen mit diesen selbst oder mit physikalischen Gesetzen. — 3. Sie muß auch für ganz andere Erscheinungen, welche bei der Aufstellung der Theorie gar nicht in Berücksichtigung kamen, dennoch entweder eine wirkliche Erklärung bieten, oder doch wenigstens einiges Licht über dieselben verbreiten. Das ist in der That die Signatur der Wahrheit, daß sie mit andern anerkannten Wahrheiten im harmonischen Verband steht. Es gibt eben keine Wahrheit, welche für sich isolirt stände, sondern selbst in den allereinfachsten Wissenschaften ist jede Wahrheit mit allen andern in einer unergründbaren Weise zu einem einheitlichen System gleichsam verwachsen. Deshalb wäre es immerhin ein Präjudiz gegen eine Hypothese, wenn sie weiter nichts erklärte als eben nur das, wofür sie aufgestellt wurde. So würde z. B. eine Theorie über die innere Constitution des Stoffes, welche vielleicht einige allgemeine Erscheinungen erklärte, aber über die Fundamental-Gesetze der chemischen Verbindungen gar keinen Strahl von Licht verbreitete, wenig Aussicht haben, jemals mehr als eine Hypothese zu werden.

Die Kant-Laplace'sche Theorie wurde nun der Hauptsache nach aufgestellt, um die conspirirende Bewegung aller Planeten von West

Digitized by Google

gegen Ost, die nahe Übereinstimmung der Bahnen und Äquatore unter sich und die nahe kreisförmige Gestalt der Bahnen zu erklären. Es ist aber leicht einzusehen, daß diese Erscheinungen wirklich in einer sehr naturgemäßen einfachen Weise durch jene Theorie erklärt werden. Und zudem gibt es keine andere Theorie, welche für dieselben thatsächlichen Verhältnisse eine einigermaßen genügende Erklärung geben könnte. Somit wird auch von diesem einen Gesichtspunkt aus unsre kosmogonische Theorie als in hohem Grad wahrscheinlich anerkannt werden müssen.

Doch so ganz einfach und leicht geht die Sache nicht; es gibt vielmehr gerade hierin noch einige ansehnliche Schwierigkeiten. Die Theorie scheint nämlich den fatalen Fehler zu haben, daß sie *mehr* erklärt als sie erklären darf, ohne mit den Thatsachen in Widerspruch zu kommen. Sie gibt einen Erklärungsgrund an für die Übereinstimmung in der Lage aller Bahnen und der Bewegungsrichtung in denselben. Allein dieser Grund scheint vollkommen hinreichend für eine *absolute* Übereinstimmung der Bahnlagen, und eine solche scheint er zu verlangen. In Wirklichkeit sind aber die Bahnen weit entfernt, absolut mit einander übereinzustimmen. Somit erscheint die Harmonie der Theorie mit den thatsächlichen Verhältnissen als eine sehr fragliche. Und in der That ist dieser Umstand von verschiedenen Seiten als ein höchst gewichtiger Gegengrund gegen die Laplace'sche Theorie vorgebracht worden, welcher noch bis dato nie habe beseitigt werden können und folglich die ganze Theorie in Frage stelle.

In Wirklichkeit ist indeß dieser Gegengrund doch nicht von so weittragender Bedeutung. Zunächst ist zu bemerken, daß 1. die gewöhnlich angegebenen Zahlen für die Neigungswinkel der Planetenbahnen ein wenig zu groß sind. Dieselben werden nämlich einfach auf die Erdbahn als Fundamental-Ebene bezogen, da doch diese Bahn ein solches Privilegium durchaus nicht beanspruchen kann. Wenn man alle Planetenbahnen mit der zugehörigen Bewegungsgröße des betreffenden Planeten nach einem ganz dem Parallelogramm der Kräfte analogen Princip mit der Bewegungsgröße der Sonnenrotation zusammensetzt, dann erhält man die wirkliche Fundamental-Ebene unsers Sonnensystems, gegen welche die Abweichungen der einzelnen Bahnen im Mittel den kleinsten Werth haben. Die genaue Berechnung dieser Ebene ist langwierig und auch von geringer Wichtigkeit. Angenähert fällt sie zusammen mit einer Ebene, welche gegen die Ekliptik um 2° geneigt ist und den aufsteigenden Knoten in 90° Länge hat. Gegen diese Ebene betragen die Neigungen von

Digitized by Google

☿	♀	♁	♂	♃	♄	♅	♆	Sonnenäquator
5^{46}	0^{40}	2^{0}	1^{23}	0^{42}	1^{0}	1^{16}	1^{13}	5^{46}; während sie gegen die Ekliptik
7^{0}	3^{24}	0	1^{51}	1^{19}	2^{29}	0^{46}	1^{47}	7^{0} betragen.

Die noch restirenden Abweichungen würden nicht merklich kleiner werden, wenn sie auch auf die genaue mittlere Fundamental-Ebene bezogen würden. Allein sie sind doch immerhin zu bedeutend, als daß sie einfach als „zufällige Abweichungen" mit in Kauf genommen werden dürften.

Die Schwierigkeit wird dagegen noch größer, wenn auch die Lage der Mondbahnen und Äquatore in Betracht gezogen werden, wie es von Laplace geschah, da dann Abweichungen bis gegen 30° vorkommen. Und auch bei den kleineren Planeten gibt es eben so große Abweichungen.

Doch 2. ist leicht einzusehen, daß diese ganze Schwierigkeit eben nur gegenüber der Laplace'schen Auffassung des Systemes von Bedeutung ist, nicht aber dem System selbst gegenüber. Wenn an der „Ringtheorie" festgehalten wird, dann dürfte sie in der That kaum genügend beantwortet werden können. Denn es ist klar, daß nach dieser Theorie die Bahn jedes Planeten und Trabanten genau die Ebene des Ringes selbst sein müßte, und ebenso, daß alle Ring-Ebenen genau mit der Ebene des Äquators des großen Nebels zusammenfallen müßten. Laplace hat aber kein Wort der Entgegnung auf eine solche Schwierigkeit. Sehr möglich, daß er deshalb schwieg, weil er keine gediegene Antwort auf dieselbe finden konnte. — Nun, wir haben die „Ringtheorie" bereits abgethan, und stehen auf dem Standpunkt der corrigirten Laplace'schen Theorie. In dieser ergeben sich aber ohne Mühe Anhaltspunkte, durch welche das Gewicht dieser Schwierigkeit sehr wesentlich verringert erscheint.

Da nämlich 3. die Entstehung der Planeten nicht örtlich gebunden ist an einen Äquatorial-Ring des Sonnen-Nebels, so konnten die einzelnen Planeten an jeder Stelle dieses Nebels ihren Ursprung haben. Wenn nun z. B. unter einer Breite von 70° ein solcher kleinerer Nebelball entstand, so mußte er von Haus aus ein Bestreben haben, eine Bahn zu erhalten, welche um 70° gegen den Äquator des Systemes geneigt wäre. Auch von den annectirten Massen muß ein großer Theil ein ganz ähnliches Bestreben besessen haben. Allerdings mußte dasselbe bald wirksam und anhaltend abgestumpft werden, hauptsächlich deshalb, weil allmählich die Geschwindigkeit des Gasballes zunahm und folglich seine Bewegung sich immer mehr der Richtung von West gegen Ost als derjenigen des geringsten Widerstandes

Digitized by Google

nähern mußte. Jedoch dürfte es sehr fraglich sein, ob jenes anfängliche Bestreben durch die allgemeine Rotation von West gegen Ost gänzlich hätte überwunden werden können. Somit hätten wir in diesem einen Umstand bereits eine Ursache, welche für die Erklärung der abweichenden Bahnlagen als vollkommen ausreichend angesehen werden dürfte.

Doch es kommt 4. noch ein Umstand von größerem Belang dazu. Ein wesentlicher Factor bei der Bildung unsers Planetensystems ist in den zahllosen Massen enthalten, welche, aus sehr großen Fernen kommend, dem Sonnennebel allmählich einverleibt wurden. Wohl der bei weitem größere Theil der Gesammtmasse wird von diesen kleineren Massen zusammengesetzt worden sein, welche in Gestalt riesiger Kometen jene durchzogen. Bei weitem die Mehrzahl derselben wird nun allerdings der Central-Masse, d. i. effective der Sonne einverleibt worden sein; allein es ist kein Grund vorhanden, weshalb solche Massen nicht auch bisweilen auf die einzelnen Planeten sollten gestoßen sein. Man hat berechnet, daß bei der noch gegenwärtig bestehenden Häufigkeit der Kometen ein Zusammenstoß mit der Erde nur etwa in je 100 Millionen Jahren einmal als wahrscheinlich anzusehen sei. Wenn nun aber die Menge und Größe dieser kosmischen Massen noch 100 oder vielleicht 1000 mal größer war, und auch die Erde in ihrem früheren Zustand denselben eine 1000 mal größere Fläche darbot, dann ist klar, daß solche Stöße in verhältnißmäßig großer Anzahl erfolgen mußten. Ebenso einleuchtend ist es aber, daß ein derartiger Stoß auf einen Planeten, sowohl dessen Bahn-Ebene und deren Excentricität als auch die Rotations-Ebene wesentlich beeinflussen mußte.

Hiebei ist noch ein Umstand von Wichtigkeit, welcher diese Erklärungsweise mit den wirklichen Verhältnissen noch mehr in Harmonie bringt. Jener Einfluß mußte nämlich sowohl in Bezug auf die Bahn-Ebene als auf die Rotations-Ebene um so größer sein, in je früherer Zeit ein solcher Stoß erfolgte. Denn die Masse eines Planeten war dann noch geringer und auch die Geschwindigkeit kleiner. Es wird also leicht eine Masse von $^1/_{1000}$ der jetzigen Erdmasse hingereicht haben, um die Lage der Erdbahn um 1 Grad zu verändern. Aber in Betreff der Rotations-Ebene ist der Einfluß verhältnißmäßig noch weit stärker gewesen; denn die Quantität der Rotationsbewegung ist aus sich schon weit geringer als die der Umlaufsbewegung, und überdies ist sie im ursprünglichen gasförmigen Zustand noch sehr viel kleiner gewesen, auch wenn die Masse als unverändert angenommen wird. Sie ist nämlich (gleichförmige Dichte vorausgesetzt) umgekehrt

Digitized by Google

proportional dem Radius des Nebelballes. Für unsre Erde z. B. läßt sich danach leicht berechnen, daß damals, als ihr Radius noch 70 mal größer war, eine kosmische Masse von $^1/_{10600}$ der Erdmasse hingereicht haben würde, um bei besonders günstiger Angriffsweise die Rotation der Erde vollständig zu sistiren. Es ist also leicht einzusehen, daß die Wirkung auf die Ebene der Äquatore und Mondbahnen im Allgemeinen eine stärkere sein mußte als die auf die Lage der Bahnebenen selbst gerichtete. Dieser Umstand stimmt nun aber vollkommen überein mit dem was die Beobachtungen lehren, und somit ist er schon aus sich ein neuer Grund, der für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht.

Über die Zeit, zu welcher jene Stöße stattfanden, über die Anzahl und Richtung läßt sich natürlich nichts Näheres angeben. Das ist aber auch nicht nothwendig, da es sich nur darum handelt, im Allgemeinen solche Ereignisse festzustellen, so weit es erforderlich ist, um eine Einwendung zu entkräften. Dennoch können auch einige Einzelheiten aus den noch bestehenden Wirkungen nachgewiesen werden. So muß z. B. die Ablenkung der Rotations-Ebene von Saturn und Jupiter in sehr frühen Perioden geschehen sein, als deren Trabanten noch nicht gebildet waren, da die Bahnen derselben mit der Äquator-Ebene des Hauptplaneten übereinstimmen. Das Gleiche gilt für Mars. Für unsre Erde aber muß angenommen werden, daß nicht nur vor Abscheidung des Mondes eine Ablenkung der Rotationsaxe um ca. 5° erfolgt sei, sondern daß auch nachher noch die Rotationsaxe der Erde allein durch weitere Stöße um ca. 18° abgelenkt wurde. Ferner muß die Centralmasse des Sonnen-Nebels nach Abscheidung des Planeten Venus noch von so zahlreichen Stößen beeinflußt worden sein, daß die Lage des Sonnen-Äquators noch um ca. 5° geändert wurde. Dagegen ist in der späteren Periode nach Abscheidung des Mercur eine ähnliche Annahme nicht mehr begründet, da die Mercursbahn ziemlich nahe mit der Ebene des Sonnen-Äquators übereinstimmt. —

Neben dieser Schwierigkeit sollte nun auch die kurze Umlaufszeit des Phobos und ähnliche Erscheinungen zur Sprache kommen, welche in neuerer Zeit ein Haupt-Argument gegen die Kant-Laplace'sche Theorie abgegeben haben. Doch wir haben diese Schwierigkeit bereits bei der Darlegung des Systemes selbst beseitigt. Ihr zum Opfer ist nicht das System gefallen, sondern nur eine gezwungene nicht naturgemäße Auffassung desselben, die „Ringtheorie"; und anstatt dieser

Digitized by Google

wurde eine einfachere naturgemäßere Auffassungsweise aufgestellt, welche, ohne das Wesen der Theorie zu ändern, diese Schwierigkeit gänzlich beseitigt.

Auch die rückläufige Bewegung des Neptuns-Trabanten ist bereits so weit besprochen worden, daß ersichtlich ist, wie aus derselben keine gewichtige Einwendung gegen unsre Theorie entnommen werden kann. Während sie allerdings zu der ursprünglichen Kant-Laplace'schen Theorie in einem unvermittelten Widerspruch steht, ist ihre Erklärung aus der corrigirten Theorie so einfach und befriedigend, daß vielmehr eben hieraus ein Grund mehr für die Richtigkeit der so abgeänderten Theorie sich ergibt.

Die Erscheinung der Uranus-Trabanten, deren Bahn fast senkrecht steht zu der des Planeten selbst, kann folgerichtig ebensowenig eine ernste Schwierigkeit bilden. Denn da der Neptunsmond rückläufig ist und die Monde von Saturn und Jupiter rechtläufig, und zwar beides in vollkommener Harmonie mit der Theorie, so ist einleuchtend, daß zwischen diesen beiden Erscheinungen eine Stelle sein wird, wo ein gewisser mittlerer Zustand herrscht, und keiner von beiden zur vollkommenen Durchbildung gelangen konnte. Es wird dort eine schwache Ringbildung stattgefunden haben, welche aus sich eine rückläufige Bewegung bewirken würde, aber der Ring wird vermuthlich etwas spät entstanden oder bald zerstört worden sein, so daß dann die Ursachen einer rechtläufigen Rotation vorherrschten. Das Resultat konnte dann entweder aus sich eine mittlere Lage der Rotationsebene sein, oder die Rotation konnte allenfalls auch gänzlich aufgehoben werden, um dann durch irgend einen Stoß einer kosmischen Masse wieder angeregt zu werden — natürlich in einer Richtung, welche mit der Bahn des Planeten in keinem Zusammenhang steht.

Es dürfte sonach kaum eine Erscheinung oder ein Umstand im ganzen Planetensystem zu finden sein, der eine irgendwie ernstliche Schwierigkeit gegen die Kant-Laplace'sche Theorie begründen könnte — oder vielmehr der nicht selbst in dieser Theorie eine ganz genügende Erklärung fände.

Dies führt uns schon zu dem dritten der drei oben aufgestellten Kriterien, nach welchem eine Theorie in demselben Maß an Sicherheit gewinnt, als sie auch für Erscheinungen eine naturgemäße Erklärung bietet, welche bei Aufstellung der Theorie gar nicht in Betracht gezogen worden waren. Unsere Theorie hat dieses Kriterium nicht zu scheuen, denn die Erklärungen, welche sie bietet, reichen nicht

Digitized by Google

nur weit über die Erscheinungen hinaus, für deren Erklärung sie aufgestellt wurde, sondern man kann vielleicht sagen, daß alle Erscheinungen, welche überhaupt von einer kosmogonischen Theorie eine Erklärung erwarten können, in dieser Theorie eine ebenso einfache als vollständige Erklärung finden.

Hieher gehören vor allem die thermischen Erscheinungen der Himmelskörper. Die so wichtige Frage nach dem Ursprung der mächtigen Strahlung von Licht und Wärme, welche beständig der Sonne und den Fixsternen entströmt, und ebenso die Frage nach der Natur und Ursache der inneren Wärme der einzelnen Himmelskörper — diese kamen bei Aufstellung der Theorie in gar keiner Weise in Betracht. Laplace redet nicht mit einem Wort über dieselben, und Kant hatte vollkommen irrige Ansichten über das Licht und die Wärme der Sonne, und die innere Erdwärme wird von ihm ebenfalls vollständig ignorirt. Und trotzdem, und obgleich auch noch mehrere Decennien hindurch nach der Aufstellung der Theorie gar kein Versuch gemacht wurde, dieselbe auf jene Erscheinungen anzuwenden — sehen wir dennoch jetzt, daß diese wichtigen Fragen in dieser Theorie eine äußerst einfache naturgemäße und vollkommene Lösung finden, während andererseits keine andere Theorie eine auch nur im Entferntesten genügende Erklärung für dieselben bieten kann.

Sehr bemerkenswerth ist in dieser Hinsicht, daß Jupiter, welcher als der größte Planet des Systems in mancher Beziehung der Sonne näher steht als die andern, auch noch Spuren des Selbstleuchtens aufweist. Es gibt zeitweise Flecken auf diesem Planeten, welche mehr Licht ausstrahlen als von der Sonne auf sie gelangen kann, oder — um den wissenschaftlichen Ausdruck zu gebrauchen — deren „Albedo" größer ist als die Einheit. Das Factum ist nur erklärlich, wenn angenommen wird, daß der eigentliche Kern des Planeten wenigstens noch stellenweise im Zustand des leuchtenden Glühens sich befindet. Die rein aus der Theorie abgeleitete Wahrscheinlichkeit, daß Jupiter einmal eine kleine Sonne gewesen sei, findet sich also durch die Beobachtungen noch aus gewissen Spuren bestätigt.

Eine andere merkwürdige Erscheinung wurde bereits früher erwähnt, daß nämlich die Rotation der Sonne in den Äquatorial-Gegenden eine sehr viel raschere ist als gegen die Pole hin. Dieser Umstand ist offenbar eine Bestätigung desjenigen Theiles der Theorie, welche über die Entstehung der Rotation handelt, da nur in dieser

Digitized by Google

Theorie eine befriedigende Erklärung der Erscheinung gegeben werden kann.

Merkwürdig aber ist, daß auch hierin Jupiter wieder eine Ähnlichkeit mit der Sonne aufweist. Die hellen weißen Flecken, welche zeitweise neben den Äquatorial-Streifen des Jupiter auftreten, rotiren nämlich bedeutend schneller als z. B. der rothe Fleck, welcher sechs Jahre hindurch in etwa 30° Breite sichtbar war, derart, daß in je 45 Tagen der gleichzeitig sichtbare weiße Fleck eine volle Rotation mehr ausführte als der rothe Fleck. Nach dem, was über die Entstehung der Rotation der Planeten gesagt wurde, ist diese Erscheinung sehr einfach zu erklären, und somit bildet auch sie hinwieder eine Bekräftigung dieser theoretischen Anschauungen. Wenn man im Stande wäre, auf Saturn eben so scharf einzelne Gebilde zu unterscheiden wie auf Jupiter, so würde sehr wahrscheinlich auch auf Saturn die gleiche Erscheinung beobachtet werden können.

Eine weitere Bestätigung unsrer kosmogonischen Theorie kann in der Harmonie gefunden werden werden, in welcher dieselbe mit den wohlbegründeten geogonischen Theorien steht. Wie denn überhaupt diese beiden Wissenschaften nicht von einander getrennt werden können, so gibt es auch auf dem Gebiete der Geogonie noch manche Erscheinungen, welche eine befriedigende Erklärung und allseitige Klarstellung nur vom Standpunkt jener kosmogonischen Theorien erhalten können. Schon das einfache Factum der Abplattung der Erde kann hierher gerechnet werden, da es nur unter Annahme eines früheren feurig-flüssigen Zustandes der Erde genügend erklärt werden kann. Auf andere Beziehungen unsrer Theorie mit der Geogonie werden wir noch im Besonderen unsre Aufmerksamkeit richten.

Eine eigenthümliche Erscheinung in unsrem Planetensystem ist es, daß die verschiedenen Planeten nicht nur verschieden schnell rotiren, sondern daß fast ganz gesetzmäßig die Rotationsdauer desto kürzer ist, je größer der Planet. Eine eigentliche Erklärung für diese Erscheinung hat meines Wissens noch Niemand gegeben. Wenn wir aber dieselben Anschauungen, welche uns bei der Erklärung der Rotation der Planeten leiteten, nur ein wenig ausdehnen, so ergibt sich die Nothwendigkeit dieser Erscheinung von selbst. Es fehlt in der That nicht viel daran, daß man die Rotationsdauer eines Planeten sogar a priori berechnen könnte. Und vielleicht könnte das wirklich mit einiger Genauigkeit geschehen, wenn wir mit mehr Genauigkeit

Digitized by Google

bestimmen könnten, wie groß der Einfluß der verschiedenen dabei mitwirkenden physikalischen Ursachen sei.

Betrachten wir z. B. den Planeten Jupiter. Der Radius desselben ist etwa 11 mal größer als der Erd-Radius. Der Antrieb zur Rotation wird also gemäß den früher angedeuteten theoretischen Betrachtungen ceteris paribus etwa 11^6 oder 1,770000 mal größer sein als derjenige, welcher die Erd-Rotation bewirkte. Doch die Geschwindigkeit ist nur 0·417 von der Bahngeschwindigkeit der Erde, und folglich ist der Antrieb kleiner im Verhältniß $0{\cdot}417^2 : 1$ oder $0{\cdot}147 : 1$. Und auch die Dichte des widerstehenden Mittels ist geringer. Nehmen wir an, daß dieselbe in der 5fachen Distanz 3mal kleiner sei, so wird der Antrieb nochmals im Verhältniß 1 : 3 kleiner. Sonach ist derselbe noch 102500 mal größer als der für die Erde geltende. Nun ist aber die Masse des Jupiter etwa 310 mal größer als die der Erde, und somit das Trägheitsmoment gegen 37500 mal größer. Danach müßte die Rotation 1025 : 375 oder 2·74 mal rascher sein als die der Erde. In Wirklichkeit ist sie 2·46 mal schneller. Die Übereinstimmung ist in Anbetracht einiger nur auf roher Schätzung beruhenden Annahmen jedenfalls befriedigend. Wenn einmal die gewaltige Atmosphäre des Jupiter ganz auf den Planeten wird concentrirt worden sein, dann wird das Resultat der Rechnung noch besser mit der Wirklichkeit stimmen. Indeß soll auf solche kleinliche Umstände kein besonderes Gewicht gelegt werden, da vielmehr nur im Allgemeinen die Übereinstimmung der thatsächlichen Verhältnisse mit der Theorie nachgewiesen werden soll.

Auch die Dichte der Planeten zeigt einen ziemlich regelmäßigen Verlauf, indem Mercur die größte Dichte besitzt, und dann im Großen und Ganzen die Dichte um so mehr abnimmt, je weiter der Planet von der Sonne steht. Eine ziemlich annehmbare Erklärung hierfür liegt sehr nahe, da es ganz naturgemäß erscheint, daß die dichteren Bestandtheile des ursprünglichen Stoffes ein Bestreben haben mußten, dem Centrum der Sonne näher zu kommen, als die weniger dichten Theile. Die Gesetzmäßigkeit konnte indeß in den Erscheinungen noch nicht ganz zur Geltung kommen, da die verschiedenen Planeten weit entfernt sind, sich alle in dem gleichen Stadium ihrer Entwicklung zu befinden. So sind namentlich die vier äußersten Planeten wegen ihrer größeren Masse und inneren Hitze in ihrer Entwicklung noch weit zurück. Sie besitzen deßhalb noch sehr mächtige Luft- und Dampf-Atmosphären, durch welche es uns unmöglich gemacht wird, den eigentlichen

Digitized by Google

Kern dieser Planeten zu sehen und zu messen. Die Dichte derselben ist also einstweilen für uns noch eine ganz unbekannte Größe. Die vier inneren Planeten zeigen aber im Allgemeinen eine ziemlich regelmäßige Abnahme der Dichte, indem Merkur 1·4, Venus 0·96, die Erde 1·0 und Mars 0·74 mal die mittlere Dichte der Erde besitzen. Selbst die vier äußern Planeten schließen sich trotz des gedachten Umstandes dieser Reihe mit einiger Übereinstimmung an. Ist dieselbe auch nicht mit der Schärfe eingehalten, wie wir andere physikalische Gesetze befolgt sehen, so ist doch sicher in den thatsächlichen Verhältnissen mehr als das Spiel eines Zufalls enthalten. Nun gibt es aber keine andere Theorie, welche hierfür irgend eine plausible Erklärung bieten könnte, als eben die Kant-Laplace'sche Theorie.

Die Massen der Planeten zeigen ebenfalls im Allgemeinen eine ganz ähnliche Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme. Merkur hat die geringste Masse = 0·08 Erdmasse, Venus 0·86, die Erde 1·00, Mars 0·12, Jupiter 310, Saturn 101, Uranus 17, Neptun 18. Mit Ausnahme von Mars zeigt sich also eine regelmäßige Zunahme von Merkur bis Jupiter, und dann wieder eine Abnahme. Dies ist nun ganz in Harmonie mit der Kant-Laplace'schen Theorie. Denn die Umstände, welche auf das Wachsthum eines Planeten von bestimmendem Einfluß waren, sind der Hauptsache nach 1. das Vorhandensein von annectirbarem Stoff, 2. eine genügende Attractionskraft gegen das Condensationscentrum, 3. die Möglichkeit, daß der angezogene Stoff seinen Wärme-Überschuß abgeben konnte, um effectiv annectirt zu werden. Nun ist zunächst klar, daß in den größeren Entfernungen der ursprüngliche Stoff stufenweise dünner sein mußte. Die Planeten jenseits Jupiter wurden also stufenweise kleiner wegen Mangels an Stoff. Bei den inneren Planeten dagegen war allerdings der Nebel weit dichter; allein die Anziehung gegen diese kleinen Planeten war schwach, und der entstehende Wärme-Überschuß konnte bei der ringsum vorhandenen höheren Temperatur und der sehr großen Entfernung von der Grenze des Nebels nur sehr langsam abgegeben werden. Daraus ergibt sich mit Nothwendigkeit, daß die Größe der Planeten in einer gewissen mittleren Distanz einen Maximal-Werth erreichen mußte, um von da sowohl gegen Außen als gegen Innen abzunehmen. Für Mars müssen wir allerdings eine Ausnahme statuiren. Doch das bildet keinen Beweis gegen das Vorhandensein der Gesetzmäßigkeit im Allgemeinen. Wir haben nur anzunehmen, daß Mars bei seinem Entstehen aus uns nicht näher bekannten Ursachen sich

Digitized by Google

etwas verspätete [1]). Er fand dann den Nebel in seiner Umgebung bereits stärker verdünnt und durch andere „Concurrenten" mehr ausgesaugt, als daß er noch zu einem solchen Umfange hätte gedeihen können, der ihm sonst wohl wäre beschieden gewesen. Aus demselben Grund wird dann auch seine kleine Familie von zwei Trabanten so schmächtig ausgefallen sein, während er sonst seiner Stellung in der Planeten-Familie nach wohl zwei stattliche Monde hätte beanspruchen können. So behauptete wenigstens bereits vor mehr als $2^1/_2$ Jahrhunderten der geniale Capuziner P. Schyrl im Kloster Rheit bei Prag, der auch diese Monde sogar gesehen haben will. Auch Kepler schrieb an Galilei: „Ich wünschte nur, ich hätte ein Fernrohr, mit welchem ich dir in der Entdeckung der zwei um Mars kreisenden (soviel scheint mir die Proportion zu verlangen), und der sechs bis acht um Saturn sich bewegenden Trabanten zuvorkommen könnte."

Auch die Kometen können, wie bereits früher angedeutet wurde, einigermaßen als Zeugen aus uralter Zeit für die Richtigkeit der Kant-Laplace'schen Theorie angeführt werden. Denn während keine andere Theorie für die Existenz dieser Himmelskörper irgend eine Erklärung beibringen kann, ist dieselbe vom Standpunkt unsrer Theorie aus, fast etwas a priori selbstverständliches. Denn in den unermeßlichen interstellaren Himmelsräumen muß aus dem Urstoff eine unzählbare Menge kleinerer Gerinnsel entstanden sein. Diese mußten dann in Folge der Gravitation in sehr langgestreckten Bahnen um die nächste Sonne sich bewegen, und dabei aus der ursprünglichen rundlichen Gestalt in die von riesigen Kometen übergehen, wie wir das noch fortwährend an den noch erübrigenden kleineren Exemplaren beobachten können. Jedenfalls ist aber das, was noch jetzt beobachtet wird, nur noch ein sehr geringes Nachspiel von dem, was in den ältesten kosmogonischen Perioden vor sich ging. Damals mag wohl kaum eine Nacht vergangen sein, in welcher nicht ein oder mehrere solcher Himmelskörper, und oft von enormen Dimensionen, am Himmel geglänzt hätten. Das blaue Himmelszelt mag damals bei weitem schöner und interessanter gewesen sein als jetzt und ohne Vergleich mehr Abwechslung geboten haben. Aber der gütige Schöpfer hat es vorgezogen, uns dieses schöne Schauspiel vorzuenthalten und unser Menschengeschlecht erst dann ins Dasein zu rufen, nachdem jene kosmischen Kräfte bereits vollständig ausgetobt und ihr Spiel vollendet hatten. Es wäre aber auch in der That bei aller Naturschönheit doch nicht recht gemüthlich auf der Erde gewesen, wenn etwa alle

[1]) Für diese Annahme sprechen auch noch andere Gründe, s. unten.

Digitized by Google

hundert Jahre ein solcher fremder Geselle, mit der hundertfachen Geschwindigkeit einer Kanonenkugel heranstürmend, unsrem Planeten einen Stoß versetzen konnte, an dessen Folgen fast mit Nothwendigkeit das ganze Geschlecht hätte zu Grunde gehen müssen.

Die Bahnen der Kometen, welche jetzt noch vorhanden sind, werden wohl früher weit größer gewesen sein. Durch den Widerstand der im Planetensystem zerstreuten Nebel wurden sie immer kleiner; vielleicht auch durch den Einfluß eines der großen äußeren Planeten, dem sie etwa zu nahe kamen, wie dies ja noch vor einem Jahrhundert dem Lexell'schen Kometen von Seite des Jupiter widfahren ist. Aus dem ersteren Umstand mag wohl auch die Erscheinung zu erklären sein, daß bei aller Regellosigkeit in der Lage der Kometenbahnen, doch im Allgemeinen weit mehr Kometen zu den rechtläufigen gehören als zu den rückläufigen.

Die Theorie aus sich würde es als sehr wahrscheinlich erscheinen lassen, daß noch viele Kometen und vielleicht sehr große existiren, deren Perihel weiter als Jupiter oder auch als Neptun von der Sonne entfernt ist, und die wir deshalb wegen zu geringer Lichtstärke nie beobachten können. Da man indeß die Telescope in immer riesigeren Dimensionen herstellt und immer mehr Observatorien auf hohen Bergen erichtet, so wird man doch vielleicht noch dahin gelangen, solche Himmelskörper zu entdecken.

Noch eine nebensächliche Erscheinung unsres Planetensystem's wird von einigen Schriftstellern hervorgehoben, nämlich daß kein Fall vorkommt von einem Satelliten eines Mondes. Einige französische Gelehrte wollen darin eine Bestätigung ihrer (oben erwähnten) Gezeiten-Theorie finden. Es ist nicht nothwendig, viel darüber zu sagen. Vielleicht ist indeß die Bemerkung am Platz, daß wir über das behauptete Factum eigentlich nichts wissen. Mars hat seine zwei Satelliten, und man hat bis vor acht Jahren nichts davon gewußt. Wenn irgend ein Mond des Jupiter eben solche Trabanten hätte, so würden uns dieselben — gleiche Größe vorausgesetzt — 730 mal lichtschwächer erscheinen müssen, d. h. etwa so viel mal als ein dem bloßen Auge unsichtbares Sternchen schwächer ist als der hellstrahlende Abendstern. Wer wäre im Stande über die Existenz oder Nicht-Existenz solcher Himmelskörper irgend etwas Berechtigtes zu behaupten? Noch weniger kann offenbar in Bezug auf die Monde des Saturn oder Uranus und Neptun gesagt werden.

Dagegen können wir noch einen kosmischen Vorgang als mit un-

Digitized by Google

ferer Theorie sehr wohl harmonierend zu deren Bekräftigung beiziehen. Das räthselhafte Erscheinen von „neuen Sternen“ hat noch keine befriedigende Erklärung gefunden. Es liegt aber sehr nahe, dieses Aufleuchten einer kosmischen Masse vom Standpunkt der Kant-Laplace'schen Theorie als die Wirkung des Zusammenstoßes zweier Massen zu betrachten. Die durch einen solchen entwickelte Hitze ist jedenfalls stark genug, um eine nicht leuchtende Masse in den Zustand des hellen Leuchtens zu versetzen. Indeß bleibt es dabei noch unerklärt, wie dieser Zustand so schnell wieder vergehen kann. Einige solcher „neuen Sterne“ blieben freilich mehrere Jahre sichtbar und nahmen dann ganz allmählich ab, für solche könnte diese Erklärung in ihrer einfachsten Form vielleicht genügen. Aber die Mehrzahl solcher Sterne leuchtete nur eine kurze Zeit, oft nur wenige Tage; und es kann doch nicht angenommen werden, daß eine — wenn auch kleine — Sonne in so kurzer Zeit eine so starke Abkühlung erleiden könne, wie für das Verschwinden nothwendig wäre. Erst in letzter Zeit und namentlich gelegentlich des gerade vor Kurzem im Nebel der Andromeda aufgetauchten Sternes ist man zu der Erkenntniß gekommen, daß solche Sterne stets mit einem Nebelflecken in Verbindung stehen. Was ist da natürlicher, als anzunehmen, daß wir es da mit einem jener Vorgänge zu thun haben, welche wir oben als naturnothwendig bezeichneten, nämlich der Vereinigung eines Nebelballes mit einem andern! Nur haben wir hierbei noch den durch Erfahrung bestätigten Umstand zu berücksichtigen, daß solche kleinere kosmische Nebelbälle allmählich in den Zustand sehr kleiner fester Körperchen — eines „Meteorschwarmes“ — übergehen. Wenn ein solcher Schwarm, oder — um mit Schiaparelli in seinen klassischen Abhandlungen über die Meteorschwärme zu reden — eine solche „kosmische Wolke“ gegen ein größeres Centrum gezogen wird, so wird sie in einen langen Streifen von unzählbaren Millionen kleiner Theilchen ausgezogen, welche alle angenähert die gleiche Bahn beschreiben, aber viele Tage erfordern, bis die ganze lange Linie den Scheitel der Bahn durchlaufen hat. Wenn nun der Centralkörper nicht eine fertige Sonne ist, sondern ein Nebelflecken, so ist klar, daß die Wirkung eines solchen Durchzuges von Meteoren eine ganz ähnliche sein muß, wie wir sie auf der Erde beobachten, wenn solche Meteore in die höchsten Schichten unsrer Atmosphäre eindringen. Der Unterschied wird nur darin liegen, daß wir es hier mit einer verhältnißmäßig winzig kleinen Anzahl von Meteoren zu thun haben,

Digitized by Google

während dort vielleicht eine nach Quadrillionen zählende Menge von kleinen Massen in den großen Central-Nebel hineinstürzen. In dieser Weise ist es leicht erklärlich, wie die Erscheinung mehrere Tage anhält, aber anderseits nach einigen Wochen meist erschöpft ist. Die Erklärung scheint zudem so einfach und naturgemäß, daß wir sie einigermaßen als eine weitere Bekräftigung unserer kosmogonischen Theorie ansehen dürfen.

VI. Beziehungen zur Entwickelung der einzelnen Körper, Geogonie ꝛc.

Wir haben die kosmogonische Theorie durchgeführt bis zur Bildung der rotirenden Gasballen, aus welchen Sonne, Planeten und Trabanten werden sollten. So weit erstreckt sich auch eigentlich die Kosmogonie im engeren Sinne, wenigstens ist die Kant-Laplace'sche Theorie damit abgeschlossen. Wir haben indeß auch die naturnothwendige Weiterentwicklung zu feurig-flüssigen, etwas abgeplatteten Massen und bis zur Bildung einer festen Kruste angedeutet, obgleich die Entwicklung bis zu diesem Stadium noch eine Menge ungelöster Fragen in sich enthält, welche nicht blos ihrer Lösung noch harren, sondern zum Theil auch selbst noch der präcis gefaßten Aufstellung. Bei der Besprechung der Sonne werden uns dieselben einigermaßen klarer entgegentreten.

Was dann weiter aus diesen mit einer anfänglich dünnen Kruste überzogenen Körpern sich entwickelte, das pflegt man gemäß der einmal beliebten Systematisirung in das Gebiet der Geogonie resp. Planetogonie, Selenogonie zu rechnen. Die Wissenschaft des gegenwärtigen Zustandes bildet die Geologie, welche aber von der Geogonie nicht getrennt werden kann. Was dann noch später kommen wird, das wird man wohl der Geothanie, d. h. Lehre vom Absterben der Erde, und der Kosmothanie, d. i. Lehre vom Ersterben des Weltalls zutheilen müssen; obschon diese letzteren Wissenschaften noch bei weitem nicht so stark cultivirt worden sind wie die ersteren. Es geht eben den Gelehrten nicht besser wie den übrigen Sterblichen, indem sie viel lieber an Entstehen und Aufblühen denken als an Absterben und Tod. Jedoch das „est tempus nascendi et tempus moriendi" („Es ist eine Zeit des Geborenwerdens und eine Zeit des Sterbens") gilt

Digitized by Google

gewiß nicht blos für die kleinen Wesen, welche auf der Erde sich des Lebens erfreuen, sondern auch für die großen Geschöpfe und für das ganze Weltall, so sehr auch Hr. v. Prel und Mr. Siemens für ein immerwährendes Wieder-verjüngtwerden sich ereifern.

Indeß alle diese dasselbe Object betreffenden Wissenschaften sind in der Sache selbst nicht so getrennt von einander wie etwa die gelehrten Werke, welche die Männer der Wissenschaft darüber geschrieben haben. Nicht nur schließen sich die Vorgänge, welche diesen Wissenschaften entsprechen, mit dem strengsten Causalnexus an einander an, und bilden die einen die naturnothwendige Fortsetzung der andern, sondern sie greifen zum Theil sehr stark in einander. So gibt es in dem Bereich der Geologie manche Thatsachen, zu deren Verständniß man nothwendig nicht nur auf die Lehren der Geogonie, sondern auch auf die eigentliche Kosmogonie zurückgreifen muß.

Wir werden also im Folgenden wohl nicht alle Entwickelungen, welche in das Gebiet der Geogonie gehören, verfolgen, und für alle Fragen eine Lösung suchen, umsomehr, als das ein sehr großes und schwieriges Feld wäre, und zudem die Geologie bereits eine eigene, wohl ausgebildete Wissenschaft ist. Aber die ersten Stadien der Bildung der festen Erde, welche sich zunächst an die kosmogonischen Entwickelungen anschließen, werden wir uns doch einigermaßen klar zu machen suchen, und dann von den weiteren Vorgängen eben jene einer besonderen Betrachtung unterziehen, welche mit den kosmogonischen Theorien in einem engeren Zusammenhang stehen. Dabei fassen wir vorzugsweise diejenigen ins Auge, welche entweder noch zu wenig behandelt worden zu sein scheinen, oder vielleicht auch nicht in der rechten Weise.

Indem wir also einstweilen die Fragen bei Seite lassen, wie aus den Uratomen die Atome der chemischen Elemente entstanden, durch welche Vorgänge diese von den verschiedenartigen getrennt wurden und mit den gleichartigen sich zusammenfanden, unter welchen Verhältnissen von Druck und Temperatur die Bildung chemischer Verbindungen vor sich ging, in welcher Reihenfolge die Bildung der einen Stoffe und die Condensation anderer erfolgte, und welche Stellung und Rolle diese Vorgänge in dem allgemeinen kosmogonischen Proceß einnahmen, und viele andere derartige sehr interessante Fragen, — fassen wir sogleich das Stadium ins Auge, welches aus einem planetarischen Gasball sich nothwendig entwickeln mußte, obgleich in einer noch lange

Digitized by Google

nicht vollständig aufgeklärten Weise, nämlich dasjenige eines in glühflüssigem Zustand befindlichen rotirenden Planeten-Sphäroides.

In einem solchen Himmelskörper mußten sich natürlich nach hydrostatischen Gesetzen die verschiedenen Stoffe nach ihrer specifischen Schwere zu ordnen suchen. Die schwersten wie Gold, Platin ꝛc. lagerten sich also mehr gegen das Centrum hin und es werden dies vorzugsweise einfache Stoffe gewesen sein, da chemische Verbindungen bei jener hohen Temperatur trotz des gewaltigen Druckes wahrscheinlich noch nicht entstehen konnten.

Ein sehr großer Theil der Masse schwebte aber noch in Dampfform über dem glühflüssigen Kern. Nicht nur die Bestandtheile der jetzigen Atmosphäre nebst einer sehr großen Menge von Kohlensäure, sondern die gesammte Masse der Gewässer der Oceane waren damals in der Atmosphäre enthalten. Dazu noch viele andere Stoffe wie Schwefel, Chlor, Jod, ja selbst Metalle wie Quecksilber, Zink, Cadmium, welche in Dampfform die unteren Schichten der damaligen Atmosphäre bildeten. Allmählich wurden die weniger flüchtigen dieser Substanzen condensirt, schlugen sich auf den glühflüssigen Kern nieder und bildeten unter sich die mannigfaltigsten Verbindungen. Auch die immense Atmosphäre von Wasserdampf ging allmählich aus dem durchsichtigen Gaszustand in den des sichtbaren Dampfes über. Damit wurde dann dem Zustand, in welchem die Erde wie eine kleine Sonne strahlte, ein definitives Ende bereitet; und die Leuchtkraft des glühenden Kernes, auch wenn derselbe noch in der höchsten Weißgluth sich befand, vermochte sicher nicht mehr eine solche Wolkenschicht zu durchdringen, welche an Undurchsichtigkeit unsere dichtesten „bedeckten Himmel“ mehrere hundertmal übertraf. Der Erde war also damit der strahlende Glanz nach außen genommen, und sie war auf die bescheidene Entwicklung eines auf sich selbst beschränkten Vervollkommnungs-Prozesses angewiesen.

Dieser Prozeß nun vollzog sich keineswegs in friedlicher Ruhe, sondern (wie das auch andern strebsamen Kräften ergeht) unter heftigen Kämpfen und Stürmen. Die gewaltige Atmosphäre, welche den glühenden Kern umgab, konnte keinen Augenblick in Ruhe sein, weil sie von unten einer höchst intensiven Heizung und von oben einer beständigen Abkühlung ausgesetzt war. Nach physikalischen Gesetzen kann nämlich ein Gas oder Dampf nur dann in Ruhe sein, wenn alle Theile desselben auf gleiche Massen gleiche Wärmemengen enthalten, oder wenn diese Wärmemengen nach oben hin zunehmen.

Digitized by Google

Sind die in gleichen Massen enthaltenen Wärmemengen gleich, dann ist das Gleichgewicht indifferent, weil jeder Theil, auch wenn er gehoben oder gesenkt wird, den Theil, welcher vorher da war, vollkommen ersetzt und folglich weder für die Störung noch für die Erhaltung des gegenwärtigen Gleichgewichts-Zustandes eine Kraft vorhanden ist. Nehmen jene Wärmemengen nach oben hin zu, dann ist das Gleichgewicht stabil. Wenn sie aber gegen unten hin zunehmen, dann kann wohl auf eine kurze Zeit Gleichgewicht bestehen; aber es ist ein labiles, und der kleinste Anstoß reicht hin, es zu zerstören, und die Heftigkeit der dann entstehenden Bewegung ist desto größer, je größer der Unterschied jener Wärmemengen war.

Diese heftigen Bewegungen hatten nun für die geogonischen Entwicklungen insofern eine teleologische Wichtigkeit, als dadurch der Prozeß der Erkaltung rascher vor sich ging. Die Ueberführung der Wärme von dem glühenden Kern zu dem kalten Weltraum vollzog sich durch diese stürmische Circulation sicher ohne Vergleich schneller, als wenn die Abfuhr der gesammten Wärme nur durch Leitung durch eine ruhende, einige hundert Meilen hohe Atmosphäre hätte stattfinden können.

Die Heftigkeit dieser Circulation wurde aber noch sehr bedeutend vermehrt durch die enormen Mengen von Wasserdampf, welche in der damaligen Atmosphäre enthalten waren; denn wie aus der Theorie der Cyclonen bekannt ist, haben die sich condensirenden Wasserdämpfe den wesentlichsten Theil an der Entstehung und Ausbildung jener gewaltigen Naturerscheinungen.

Die Condensation der in der Atmosphäre enthaltenen Dämpfe wird nun im Allgemeinen nach der Reihenfolge der leichteren Condensirbarkeit stattgefunden haben. Allein da in den höchsten Regionen der Atmosphäre eine weit tiefere Temperatur herrschte als in den tieferen, so ist es sehr wahrscheinlich, daß der leichte Wasserdampf trotz seiner niedrigen Condensations-Temperatur doch früher zu undurchsichtigem Dampf sich condensirte als die in der unteren Atmosphäre schwebenden schwerflüchtigen Substanzen.

Es begann also, aus den höchsten Regionen der Atmosphäre gegen unten zu „regnen“. Aber die tieferen Schichten waren viel heißer und deshalb wurden die Tropfen trotz des zunehmenden Druckes schnell wieder verdampft. Wenn in diesen Schichten noch dichtere Dämpfe von andern Stoffen vorhanden waren, so wurden diese condensirt und fielen gegen die Erde, während das Wasser wieder ver-

Digitized by Google

flüchtigt und in die Höhe getrieben wurde; andernfalls wurde nur den tieferen Schichten der Atmosphäre durch das Wiederverdampfen des Wassers Wärme entzogen. Allmählich aber wurde die Abkühlung so stark, daß das niederfallende Wasser die Erde erreichte. Doch diese war damals noch im glühenden und wahrscheinlich im glühflüssigen Zustand. Die Verdampfung des Wassers geschah folglich daselbst noch weit energischer als innerhalb der Atmosphäre; allein in demselben Maße wurde auch der obersten Schicht des Erdkernes Wärme entzogen. Es mußte dann auch die Zeit kommen, daß in dieser obersten Schicht durch die Abkühlung erstarrte Schollen entstanden. Diese wurden durch die hierbei stattfindende Zusammenziehung schwerer und sanken in der glühflüssigen Masse unter, bis sie auf Schichten kamen, welche trotz ihrer höheren Temperatur doch noch dichter waren. Daselbst schmolzen sie wieder und stiegen von neuem empor. Es fand also auch in dem Erdkern selbst eine gewisse Circulation statt, welche derjenigen der Atmosphäre entgegengesetzt war, aber natürlich weit weniger stürmisch verlief. Dieser Prozeß mußte aber damit enden, daß die Schollen so zahlreich wurden, daß sie schließlich zu einer zusammenhangenden Kruste sich vereinten, welche dann eben wegen ihres Zusammenhanges nicht mehr sinken konnte.

Diese starre Kruste mußte dann auch bald an der äußersten Oberfläche so weit abgekühlt werden, daß das niederfallende Wasser stellenweise stehen bleiben und schließlich die ganze Kruste bleibend bedecken konnte. Diese ersten „stehenden Gewässer" haben gewiß bei dem enormen Druck, welcher auf ihnen lastete (etwa 300 Atmosphären), eine Temperatur von etwa 300° C. gehabt. Im Anfang mag dieses „Urmeer" noch fortwährend aufgekocht haben; aber auch das mußte allmählich aufhören.

Die gewaltigen Mengen von Wasserdampf, welche damals dem Ocean entstiegen, mußten — wie bereits erwähnt — die Circulation in der Atmosphäre weit heftiger gestalten, als sie in einer trockenen Atmosphäre sich hätte ausbilden können. Aber gleichzeitig war auch die Abkühlung gegen unten wegen des ununterbrochenen Contactes mit dem Wasser weit energischer. Die Kruste erlitt also eine thermische Zusammenziehung, und da das glühflüssige Innere diese noch nicht mitmachen konnte, entstand eine Spannung in der Kruste, infolge deren sie an einzelnen Stellen durch das im Inneren eingepreßte Magma von unten durchbrochen wurde, wobei dann eine Quantität von „vulkanischen Eruptivmassen" über die Kruste gelangte und sich

Digitized by Google

daselbst ausbreitete. Erwies sich aber die Kruste frei von besonders schwachen, leicht durchbrechbaren Stellen, dann mußte sie selbst in einem langen Riß bersten und den vulkanischen Massen den Durchbruch gestatten. Je nach dem Grad der Dünn- oder Dickflüssigkeit dieser Massen entstanden dann horizontale Schichten oder auch Längsgebirge vulkanischen Ursprunges. Theile der Kruste und auch die Ränder der Spalte wurden von denselben mit emporgehoben.

So entstanden in dem noch seichten allgemeinen Urmeer die ersten Inseln und allmählich die Anfänge der Continente. Die ersten dieser Erhebungen können nicht sehr hoch gewesen sein, weil die Kruste noch zu dünn war. Aber in demselben Maße, als dieselbe sich verdickte, konnten auch die vulkanischen Massen höher emporgepreßt werden.

Die so entstandenen Gebirge übten nun auf die atmosphärische Circulation eine ablenkende Wirkung aus. Denn da sie noch eine sehr hohe Temperatur besaßen, so veranlaßten sie starke „Seewinde". Die mit Dämpfen beladene Luft strömte also vom Meer über die Länder, wurde da noch mehr erhitzt und erhob sich dann mit Heftigkeit. Damals bildeten sich also die heftigsten Cyclonen über diesen jungen Gebirgen und weniger über den Meeren, während es heutzutage umgekehrt sich verhält. Die Luft stieg dann daselbst bis zu sehr hohen Regionen gewaltsam empor, kühlte sich dabei sehr stark ab und als Folge mußte ein strömender Regenguß auf diese Gebirge herabfallen. Dieselben wurden also in einer höchst energischen Weise abgewaschen. Bei der hohen Temperatur, welche das Wasser besaß (vielleicht noch 150° bis 200° oder noch mehr), wird es die Gesteine, welche durch die kräftige Abkühlung zerklüftet und zerbröckelt wurden, leicht aufgelöst und andere Theile ihres Bindemittels beraubt haben. Die so aufgelösten Massen wurden dann dem Meere zugeführt, wo sie als „neptunische Gebilde" oder „Sedimente" der ältesten oder „azoischen" Periode sich niederschlugen. Auch im Ocean selbst wird das siedend heiße Wasser den Grund zum Theil wieder aufgelöst und später als „metamorphisirtes Gestein" wieder in Schichten abgelagert haben.

Neben diesen mehr wandelbaren Vorgängen schritt aber der allgemeine Prozeß der stetigen Abkühlung unaufhaltsam voran. Indes zeigten sich auch darin allmählich Ungleichmäßigkeiten. Denn einestheils war die Abkühlung unter den Oceanen stärker, insofern die Ableitung der Wärme durch das Wasser eine ununterbrochene war und das Wasser besonders geeignet ist, große Mengen von Wärme

Digitized by Google

abzuführen; anderntheils war auch unter den Meeren die Kruste nicht gleichartig, insofern sie in manchen Theilen aus besser leitenden Stoffen bestand, so daß die Wärme leichter aus dem Innern nach außen gelangen konnte. An solchen Stellen mußte sich die Kruste schneller verdicken; sie wurde deshalb schwerer und drückte stärker gegen unten als an andern Stellen. So entstanden seculäre Senkungen und Hebungen des Meeresgrundes. Aber an den Stellen, wo sich die Kruste senkte, kam sie eben dadurch in Berührung mit Schichten des glühflüssigen Innern, welche aus sich schon specifisch schwerer waren, und vielleicht auch wegen größeren Gehaltes an Metallen besser leiteten. Die Massen, welche sich dann weiter daselbst von unten ansetzten, waren also schwerer als diejenigen, welche unter den Festländern und in größerer Höhe sich ansetzten. So trug die einmal eingeleitete Ungleichmäßigkeit in sich selbst die Ursache, daß der Proceß in gleichem Sinn mit zunehmender Intensität sich fortsetzen konnte.

Das Resultat dieser Vorgänge mußte sein, daß große zusammenhangende Theile der Kruste von tiefen Oceanen bedeckt wurden, während andere Theile durch den hydrostatischen Druck des Erd-Inneren als Continente über das Meeres-Niveau emporgehoben wurden.

Bleiben wir nun ein wenig bei diesem Stadium der geogonischen Entwicklungen stehen und vergleichen dieselben mit den Lehren der Geologie, so sehen wir, daß wir in einigen Punkten zu Schlüssen gedrängt werden, welche ziemlich das Gegentheil sind von dem, was angenommen wird. Die herrschende Ansicht ist nämlich, daß die Continente, gleichwie sie gegen oben eine Hervorragung aus dem Erd-Sphäroid bilden, ebenso auch nach unten weit tiefer in das flüssige Erdinnere hineinragen als die Kruste unter den Meeren. Bei Aufstellung dieser Ansicht mag wohl die Analogie mit den Eisbergen maßgebend gewesen sein; aber in den geogonischen Vorgängen hat dieselbe keinen Halt, und mit physikalischen Gesetzen scheint sie unvereinbar. Denn zunächst sind die erstarrten Massen nicht, wie es beim Eis der Fall ist, specifisch leichter als die flüssige Masse, auf welcher sie ruhen, da sie um 1000° bis 2000° kälter sind, und ferner ist mit dieser Ansicht das Gleichgewicht der Erdkruste nicht zu erklären. Dieses kann nämlich nur dann bestehen, wenn der hydrostatische Druck, welchen die Kruste auf das flüssige Innere ausübt, unter den Oceanen ebenso groß ist als in gleicher Höhe unter den Continenten. Nun haben die großen Oceane eine Tiefe von 4000 Meter und mehr.

Digitized by Google

Diese üben also einen sehr viel geringeren Druck aus als die entsprechenden gleich hohen Schichten fester Masse unter den Continenten. Folglich muß nothwendig unter den Oceanen eine schwere Schicht der Erdkruste existiren, welche den stärkeren Druck der Continente aufhebt und ursprünglich sogar denselben überwand. Die Kruste muß also nach rein physikalischen Gesetzen unter den Oceanen weit dicker sein als unter den Continenten, auch abgesehen von den oben entwickelten geogonischen Vorgängen, welche die Ursache dieser Ungleichheit enthalten.

Diese relative Senkung des Meeresgrundes gegenüber den Continenten mag im Mittel etwa 4000 Meter betragen. Die tieferen Regionen der Oceane aber, verglichen mit den großen Hoch-Plateau's, ergeben eine Differenz von ca. 14000 Meter, ja stellenweise über 20000 Meter. Der eigentliche Betrag der Senkung ist aber noch um 1500—2000 Meter größer, weil durch die Senkung selbst die Niveaufläche des Meeres eine Aenderung erlitten hat, infolge deren die wirkliche Oberfläche (die „Geoid-Fläche") in großen Oceanen um ca. 1000 Meter tiefer, in großen Continenten dagegen um fast ebenso viel höher liegt als die regelmäßige ideale ursprüngliche Sphäroidfläche.

Eine andere Folge dieser geogonischen Vorgänge ist die, daß die einmal gebildeten Centralbecken der großen Oceane stets Oceane waren, daß aber nie an diesen Stellen Continente mit Oceanen abwechselten. Die große Schwere der unter den Oceanen lagernden dickeren Kruste bewirkte nämlich, daß sie stets tiefer liegen mußte und nie bis zur Höhe der Continente sich erheben konnte. Nur wenn in den tiefen Oceanen der Grund sich noch tiefer senkte, dann mußte auch an weniger tiefen Stellen längs der Küste der Meeresgrund emporgehoben werden. Ueber diese Verhältnisse war man bis in die neueste Zeit im Dunklen. Aber die neueren Tiefsee-Lothungen haben es erwiesen, daß die tiefen Becken der Oceane stets Oceane waren.

Uebrigens ist aus denselben geogonischen Theorien leicht erklärlich, daß je nach der Schwere und Leitungsfähigkeit des Materials, welches sich von unten an die Kruste ansetzt, auch kleinere locale Hebungen oder Senkungen entstehen konnten, ja daß auch an dem gleichen Ort seculäre Hebungen und Senkungen abwechselnd stattfinden konnten.

Verfolgen wir nun weiter unsere geogonischen Entwicklungen. Die Abkühlung mußte natürlich immer tiefer in die Kruste eindrin-

Digitized by Google

gen. Schichten, welche 1000, 5000, 20000 Meter tief lagen, mußten im Lauf der Jahr-Millionen dem unausbleiblichen Geschick der Erstarrung verfallen, indem sie von einer Temperatur von 5000°, ja 10000° und mehr auf 50° bis 1000° herabkamen. Die noch tiefer liegenden Schichten wurden wohl noch nicht starr, aber doch bereits bis in große Tiefen stark abgekühlt und zum Theil halbstarr oder sehr zähflüssig.

Indem nun diese Massen in der Tiefe eine starke Contraction erlitten, während die Kruste bereits erstarrt und so weit abgekühlt war, daß sie nur noch sehr wenig von der allgemeinen Abkühlung betroffen werden konnte, wurde die innere flüssige Masse allein auf ein kleineres Volumen reducirt. Die feste Kruste hätte nun wie ein des Baugerüstes beraubtes Gewölbe frei über einem leeren Raum schweben sollen, der sich zwischen ihr und dem flüssigen Inneren bildete. Allein der dabei eintretende horizontale Gewölbe-Schub ist wegen der Größe der Erde so enorm, daß kein Gestein im Stande wäre, denselben auszuhalten. Die Zerdrückungsfestigkeit des Gußeisens wäre hierfür noch etwa 80 mal zu gering, und selbst der beste Stahl würde unter diesem Druck zermalmt werden. Die Erdkruste mußte also an schwächeren Stellen nothwendig zermalmt werden, und die bereits gebildeten Schichten daselbst durch den tangentialen Schub eine gewaltige Verwerfung, Zerknickung und Faltenwerfung erleiden, wodurch dann sehr schroffe Gebirge aus der Kruste heraus emporgedrückt wurden.

Wohl zu beachten ist aber, daß diese letzterwähnten Vorgänge, welche aus der Theorie mit Nothwendigkeit folgen, nicht mehr Hypothesen sind, sondern Thatsachen, welche durch unzählige geologische Forschungen in unanfechtbarer Weise festgestellt sind. Die meisten unserer hohen Gebirge sind in dieser Weise entstanden. Kleinere Verwerfungen und Zerknickungen der Schichten zeigen sich fast an allen Orten, oft in den auffallendsten Formen von Ueberwerfungen.

Was aber sehr interessant ist, der Meeresboden der tiefen Oceane ist von diesen Katastrophen frei geblieben. Die Ansicht, welche man früher ziemlich allgemein über den Meeresgrund sich gebildet hatte, daß dort nämlich hohe Gebirge und tiefe Thäler existirten, ist durch die neueren Tiefsee-Lothungen als völlig unrichtig erwiesen worden, wenigstens in Betreff der eigentlichen tiefen Becken der großen Oceane. In diesen Tiefen besteht nun aber die größte, fast absolute Ruhe, und folglich haben auch früher daselbst niemals Gebirge bestanden. Wir müssen sonach schließen, daß die Erdkruste an diesen Stellen

Digitized by Google

niemals Zerknickungen oder Zermalmungen erlitten hat. Das ist aber nur erklärbar, wenn wir annehmen, daß die Kruste unter den Oceanen wirklich weit mächtiger ist als unter den Continenten oder in deren Nähe. Sonach erhält also unsre oben dargelegte Ansicht, welche nur auf die Theorie selbst gestützt war, auch eine thatsächliche Bekräftigung durch die Beobachtungen.

Die Theorie setzt uns aber auch in den Stand, die Ausgiebigkeit dieser gewaltigen Kräfte einigermaßen beurtheilen und schätzen zu können. Machen wir die Annahme — die wir im Verlauf noch einigermaßen begründen werden, — daß das Erd-Innere während dieses zweiten Stadiums der Abkühlung im Mittel eine Temperatur-Erniedrigung von etwa 1000° erlitten habe, so muß in der Kruste eine Zusammenschrumpfung erfolgt sein, welche einem Procent aller Längendimensionen entspricht. Sonach mußten auf einem Halb-Meridian von Pol zu Pol horizontale Zusammenschiebungen eintreten, welche im Ganzen eine Länge von 27 geogr. Meilen ausmachen würden. Nothwendig müssen also dadurch gewaltige Massen und sehr hohe Gebirge emporgetrieben worden sein.

Wir sind also durch die Theorie ganz im Einklang mit den Thatsachen zu einer zweifachen Ursache der Gebirgsbildung geführt worden. In den frühesten Zeiten gab es Berstungen der Kruste und vulkanische Gebirge erhoben sich aus denselben. In späteren Perioden aber zertrümmerte stellenweise die Kruste durch den eigenen Seitendruck und die Massen wurden eben dadurch emporgehoben [1]).

Während also in den ersten Perioden die äußere Kruste die innere Fülle nicht zu fassen vermochte, zum Bersten gespannt war und wirklich viele Berstungen erlitt, mußte die gewissermaßen noch im Entstehen begriffene junge Erde, noch lange bevor sie ihren schönsten Schmuck, die Vegetation, anlegen konnte, bereits das Merkmal des Alters über sich ergehen lassen — die Falten der Haut — die Runzeln! —

---

[1]) Damit ist aber keineswegs gesagt, daß die vulkanischen Eruptionen auf die frühesten Perioden beschränkt blieben, da ja die noch bestehenden Vulkane das Gegentheil beweisen. Aber diese spätere vulkanische Thätigkeit ist nicht, wie die frühere, eine Wirkung der secularen Contraction der Erde, sondern sie ist ganz wesentlich bedingt durch die Mitwirkung des durch die Kruste durchgesickerten Wassers, wie das in einer andern Abhandlung (s. „Nat. u. Off." Bd. 30, 1884, pag. 362) angedeutet worden ist.

Digitized by Google

Während nun diese Vorgänge in der Kruste sich abspielten, ging in der Atmosphäre die bereits beschriebene Bewegung einer unaufhörlichen Circulation weiter fort. So lange die Temperatur der Erdkruste bedeutend höher war als die der Atmosphäre, und namentlich so lange sie noch höher oder doch fast ebenso hoch war als die Siedetemperatur des Wassers (unter den damaligen Umständen), mußte jene Circulation auch beständig mit großer Heftigkeit sich vollziehen entsprechend dem Charakter jener Vorgänge, welche auf der Störung eines labilen Gleichgewichtes beruhen. Allein im Lauf der Zeiten legte sich auch diese ungestüme Heftigkeit, und als die Temperatur an der Oberfläche der Erde bedeutend unter die Siedetemperatur des Wassers herabkam, etwa auf 40°, da wird wohl noch eine ähnliche Circulation stattgefunden haben, aber in einer bei weitem ruhigeren friedlichen Weise.

Die Ursachen jener stürmischen Bewegung in der Atmosphäre waren nämlich, wie bereits oben angedeutet wurde, zwei: 1. Die intensive Heizung von unten, und 2. die starke Abkühlung in großen Höhen, und beide wurden allmählich schwächer. Die kräftige Heizung von unten ging in eine ganz gelinde, kaum bemerkbare Erwärmung über, und in den obersten Schichten der Dampfatmosphäre kam die Wirkung der allmählich kräftiger werdenden Bestrahlung durch die Sonne immer mehr zur Geltung, wodurch dann die Ausstrahlung in den kalten Weltraum vermindert und fast aufgehoben wurde. Die Atmosphäre wird also damals schon ziemlich ruhig geworden, und nur noch als Nachzügler hier und da eine stärkere Cyclone aufgetreten sein. Anderseits war aber bei jener Temperatur und dem noch immer sehr starken Luftdruck die Atmosphäre mit großen Mengen von Wasserdampf beladen. Dadurch wurde auch die directe Ausstrahlung des Erdkernes in den Weltraum gänzlich verhindert, und folglich konnte dann die weitere Erkaltung der Erde nur mehr in einem sehr langsamen Tempo vor sich gehen. Dieser Zustand konnte folglich auch viele Millionen Jahre anhalten bis die Temperatur der Erde sich auch nur um einige Grade weiter erniedrigte. Eben diese lange Dauer der Zeiträume ermöglichte es dann, daß die Abkühlung der Erde, welche früher fast nur die alleräußersten Schichten betroffen hatte, allmählich bis in sehr große Tiefen eindrang. Es war da nicht mehr die Erdkruste, welche die Wärme abgab, sondern den tiefen Schichten wurde die Wärme entzogen, und die Kruste bildete nur die Vermittlung für diese Wärmeabfuhr. Eben dadurch änderten sich

Digitized by Google

dann die Wirkungen der Contraction in der bereits beschriebenen Weise.

Ebenso wie die Circulation in der Atmosphäre mußten auch die Niederschläge fortdauern. In den früheren Zeiten waren dieselben jedenfalls noch äußerst heftig und ausgiebig. Die kaum emporgestiegenen Gebirge wurden da in sehr energischer Weise abgewaschen. Was nicht felsenfest an denselben haftete, wurde allmählich unterwaschen, losgelöst, in das Strombett gerollt und dort durch die Gewalt der Ströme fortgeschoben, durch Stöße zerkleinert und schließlich in den tiefen Thalseen deponirt. Ja die Felsen selbst wurden von dem durchsickernden Wasser zernagt und so im Lauf der Zeiten von den höchsten Gebirgen in die tiefen Niederungen herabgeschafft. Die Temperatur des Wassers wird damals noch immer einigermaßen hoch gewesen sein, und folglich die auflösende Kraft desselben eine größere, wodurch diese Thätigkeit des Wassers in hohem Grad befördert wurde. Die im Wasser gelösten oder in Suspension gehaltenen Stoffe wurden in den Niederungen fallen gelassen und bei fortgesetzter Abkühlung aus der Lösung niedergeschlagen. So entstanden die neptunischen Gebilde der mittleren geologischen Perioden, sowie das Diluvium und Alluvium. Die ursprünglich zum Theil unergründlich tiefen Thalspalten oder Thalseen wurden allmählich ausgefüllt, ganze Binnenmeere, wie z. B. das ungarische Tiefland und die Tiefebenen der unteren Stromläufe durch die abgelagerten Massen trocken gelegt, während gleichzeitig die gewaltig hohen Felsengrate und Kämme der Gebirge abgenagt wurden und stellenweise wohl um tausend oder mehrere tausend Meter von ihrer früheren Höhe einbüßten.

Allmählich verloren nun auch die Niederschläge ihre Heftigkeit, und in demselben Maße als die Circulation in der Atmosphäre ruhiger, und damit die Wärmeabfuhr von der Erde in den Weltraum eine geringere wurde, mußten auch die Niederschlags-Mengen auf ein weit geringeres Maß herabkommen. Allein durch die Länge der Zeitperioden, welche in diesem geologischen Zustand verliefen, wurde die Heftigkeit der Niederschläge wenigstens einigermaßen ersetzt. Die allmähliche Verwitterung der Gesteine gesellte sich als mächtig mitwirkende Ursache dazu, und so konnten die Wirkungen des Wassers in gleicher Weise, obgleich in langsamerem Tempo, fortgesetzt werden.

Wenden wir uns nun wieder von diesen mehr theoretischen Betrachtungen zu den empirischen Forschungen, so haben diese bekanntlich die Thatsache erwiesen, daß in früheren Perioden sehr großartige

Digitized by Google

Wirkungen durch die Thätigkeit des Wassers hervorgebracht wurden. Die dem Wasser zugeschriebenen Anschwemmungen, sowie die „Erosionen" von Thälern sind so großartig, daß man fast geneigt wird, die Ansicht der Geologen als kühne Hypothese anzusehen, wenn nicht die triftigsten Beweise für dieselbe beigebracht würden. In der That, wenn man z. B. die großen Thal-Erosionen der Elbe in der böhmisch-sächsischen Schweiz betrachtet, sowie diejenigen anderer Ströme, namentlich des Colorado, der sich sein Bett gegen 3000 Meter tief in hartes Gestein ausgewaschen hat, dann kommt einem unwillkürlich ein gewisses ungläubiges Staunen. Der Geologe, als Mann der Wissenschaft, wird dem Affect des Staunens wohl weniger nachhangen und mit einem fast zu leichten Sinn erklärt er, daß das Alles durch Wasser ausgewaschen wurde. Aber das harmlose kleine Bächlein, welches so ruhig und lautlos sein bischen Wasser in den Fluß ergießt und kaum einmal bei stärkerem Anschwellen im Stande ist, einen Stein einige Schritte weit voran zu schieben, das soll also nicht blos enorme Felsen weggeführt, sondern sich selbst das große, tiefe, breite Thal mitten durch hohe Berge hindurch ausgewaschen haben! Das wäre doch nur möglich, wenn in früheren Zeiten die Wassermassen weit bedeutender waren und die Zeiträume, während deren die Einwirkung geschah, von unermeßlicher Länge.

Damit sind wir aber vor die Frage gestellt: haben wir denn ein Recht, so unbegrenzt große und anhaltende Wassermassen als wirklich vorhanden gewesen anzunehmen? und woher konnten solche Mengen von Wasser kommen?

Dies Wasser konnte in früheren Perioden wohl nur als Regen herabkommen. Der Regen entsteht aber in demselben Maß als durch die innere Wärme der Erde oder durch die Sonnenwärme Wasser verdampft und in die Höhe gehoben wird, wo es dann durch Abgabe der Wärme wieder condensirt wird. Die Beantwortung der Frage reicht also vollkommen in das Gebiet der eigentlichen Kosmogonie hinein, da sie davon abhängt, wie viel Wärme durch die Verdichtung des Urnebels in der Erde entwickelt, und wie viel von der in der Sonne entwickelten Wärme der Erde mitgetheilt werden konnte.

Eine einigermaßen *genaue* Berechnung dieser Wärme-Mengen ist nun freilich nicht wohl möglich. Allein für unsern Zweck genügt auch eine etwas rohe Annäherung, da es sich nur um eine Sicherstellung handelt, daß nicht etwa eine Theorie als richtig angenommen werde, welche eine Unmöglichkeit in sich schließt.

Digitized by Google

Nehmen wir also an, daß die durch Verdichtung entstandene Wärme der Erde bei Beginn der geologischen Perioden noch so weit in derselben vorhanden war, daß im Centrum von der ursprünglichen Temperatur (über 40000°, cf. Art. IV im vorigen Jahrg.) etwa 30000° thatsächlich vorhanden waren, an der äußersten Oberfläche aber, oder vielmehr in sehr geringer Tiefe unter derselben nur noch 1800°. Gegenwärtig ist die mittlere Temperatur der Oberfläche etwa 15°, während im Mittelpunkt nur eine geringe Abkühlung, vielleicht um nur 100° eingetreten sein wird. Machen wir dann die plausible Annahme, daß die Abkühlung der einzelnen Schichten gegen innen nach einer arithmetischen Progression abnehme, dann ist die gesammte Wärme-Abgabe, welche während der geologischen Perioden stattfand, sehr leicht elementar berechenbar. Es ist nämlich dann $\mu = \frac{1}{4}(\gamma + 3\beta)$, wenn γ die Abkühlung im Centrum, β die an der Oberfläche, und μ die mittlere Abkühlung bedeutet. Man findet, daß dieselbe so groß ist, daß die ganze Erde dadurch im Mittel um 1364° abgekühlt worden wäre. Die Anzahl der Wärme-Einheiten ist = 1806 Quadrillionen (die spec. Wärme der Erde = 0·22 vorausgesetzt). Nur ein kleiner Theil dieser Wärme wird aus den Continenten direct in den Himmelsraum ausgestrahlt worden sein (weil damals fast fortwährend durchaus dicht bedeckter Himmel war), ohne zur Verdunstung von Wasser verwendet worden zu sein. Alles Uebrige wurde entweder den Oceanen mitgetheilt und diente zur Verdampfung dieser Gewässer, oder den Continenten, und wurde zur Verdunstung des auffallenden Regens verwendet. Sehr wahrscheinlich werden das mindestens 1650 Quadrillion Wärme-Einheiten gewesen sein.

Nun ist die mittlere Tiefe der Oceane etwa = 3400 Meter, und wenn die Continente und Inseln nicht wären, würde sie = ca. 2490 Meter sein. Sonach ist die ganze Wassermenge = ca. 1270000 Billionen Cubik-Meter. Zur Verdampfung braucht dieselbe für jedes Liter bei 220°, 120°, 20° bezüglich 450, 522, 593 Wärme-Einheiten, im Mittel etwa 522; mithin für die ganze Wassermenge 663000 Trillionen Wärme-Einheiten. Die obige Wärmemenge ist also hinreichend, alle Gewässer der Erde 1650^{V} : 663000^{III}, oder etwa 2500 mal zu verdampfen. Ebensovielmal haben also diese Gewässer oder doch eine denselben gleiche Wassermasse den Kreislauf in die Atmosphäre und zurück während der geologischen Perioden kraft der inneren Erdwärme ausgeführt. Hätten wir im Centrum der Erde die Ab-

Digitized by Google

kühlung = 200° oder = 0° anstatt 100° angenommen, so würde sich diese Zahl nur um 5½ % ändern, wodurch an der Sache selbst nichts Wesentliches geändert würde. Nun wird allerdings der größere Theil dieser „Regenmenge" wieder dem Meer zugefallen sein. Indeß da die Continenente damals noch erheblich kleiner waren, so müssen wir annehmen, daß ein verhältnißmäßig bedeutend größerer Antheil auf den Continenten niedergefallen sei, als heutzutage, besonders wenn wir auf die oben erwähnte Ablenkung der atmosphärischen Circulation durch die anfangs noch heißen Continente Rücksicht nehmen.

Zu dieser Wirkung der tellurischen Wärme gesellt sich nun noch diejenige, welche von der Sonne der Erde zugestrahlt wurde. Die Berechnung dieser Quantität kosmischer Wärme ist aber noch weniger genau durchführbar, weil das Resultat von einigen zum Theil ziemlich unsicheren Annahmen und Schätzungen abhängt.

Wie wir bereits sahen (siehe Seite 32), ist die gesammte Verdichtungswärme der Sonne = $54^{VI}483000$ Quintillionen Wärme-Einheiten. Von dieser ist nun noch ein Bruchtheil in der Sonne enthalten, und wir können nicht genau wissen, wie groß dieser Theil sein mag. Da indeß jene Wärme hinreichen würde, um die Temperatur der ganzen Sonne auf ca. 27 Millionen Grad zu bringen, falls ihre specifische Wärme gleich der des Wassers wäre, in Wirklichkeit aber muthmaßlich auf etwa 80 Millionen Grad; und da anderseits die jetzige Temperatur der Sonne selbst gegen das Centrum hin schwerlich 10 Millionen Grad übersteigen wird, an der Oberfläche aber nur etwa 60000° beträgt, so können wir wohl gemäß der obigen Formel annehmen, daß nicht mehr als etwa $^1/_{32}$ der Gesammtwärme noch in der Sonne enthalten sei, somit $^{31}/_{32}$ bereits ausgestrahlt sind. Wäre noch $^2/_{32}$ oder $^1/_{1000}$ anstatt $^1/_{32}$ in der Sonne vorhanden, so würde das an den $^{31}/_{32}$ nur eine Aenderung von 3 % bewirken, was hierbei kaum in Betracht kommen kann.

Von dieser Wärmemenge war nun aber ein Theil bereits ausgestrahlt, als die geologischen Perioden auf der Erde begannen, und dieser Antheil ist noch weniger genau bestimmbar. Doch derselbe war nicht groß und deshalb wäre auch eine starke Ungenauigkeit in dessen Bestimmung doch nur von geringem Einfluß auf das Haupt-Resultat. Wir müssen nämlich annehmen, daß die Erde, nachdem sie als Gasball von dem großen Central-Gasball abgeschieden war, ihre Abkühlung sogleich in einem viel stärkeren Maß begann als jener Centralball selbst, da es unzweifelhaft ist, daß dieser alle Stadien

Digitized by Google

der Abkühlung in einem unvergleichlich langsameren Tempo ausführte als die kleinen planetarischen Massen. Somit ist es ganz wahrscheinlich, daß, als die Oberfläche der centralen Masse von der Erdbahn bis zur jetzigen Vennsbahn sich zurückgezogen hatte, die Erde bereits begann, in einzelnen Theilen in den glühflüssigen Zustand überzugehen, und als die Größe des Centralballes dem Durchmesser der jetzigen Merkursbahn gleich kam, wird die Erde bereits eine dünne Kruste gehabt haben. Nun aber ist die Verdichtungswärme, welche bis zu diesem Stadium in der Sonne entwickelt wurde, nur etwa $^1/_{80}$ der ganzen bis jetzt entwickelten Wärme, und dieser kleine Bruchtheil der Gesammt-Wärme wird wohl damals auch bis auf wenige Procent bereits ausgestrahlt gewesen sein. Somit sehen wir, daß die Unsicherheit nicht sehr bedeutend ist, und daß die während der geologischen Perioden bis auf unsere Zeit ausgestrahlte Sonnen-Wärme etwa 52 Sextillionen Wärme-Einheiten betragen haben muß — vielleicht 50 Sextillionen, aber schwerlich noch weniger.

Nun war die Sonnen-Parallaxe ($\pi \odot$) im Anfang jener Perioden etwas größer als jetzt, da die Erde im Mittel um etwa 1364° wärmer war. Sie wird 8″.92 gewesen sein, während sie jetzt 8″.79 ist. Im Mittel können wir annehmen $\pi \odot = 8''.85$. Von der gesammten ausgestrahlten Wärme wurde also von der Erde ein Bruchtheil $= \sin^2 (^1/_2 \pi \odot) = 1 : 2173$ Milliontel, und mit Rücksicht auf die Abplattung etwa $= 1 : 2179$ Milliontel aufgenommen, das ergibt aber 23864 Quadrillionen Wärme-Einheiten.

So weit ist die Rechnung einigermaßen sicher; denn wenn auch die gesammte Verdichtungswärme der Sonne in Betracht käme, so würde das Resultat nur höchstens um 5 % größer ausfallen. Eine weit größere Unsicherheit kommt aber von der unbekannten Beschaffenheit der Erd-Atmosphäre. Denn jene Wärme konnte nur dann zur Verdampfung von Wasser mitwirken, wenn sie im Stand war, die Atmosphäre der Erde zu durchdringen. Nun werden wohl mehrere Millionen Jahre verstrichen sein, während deren die Atmosphäre ähnlich wie jetzt beschaffen war und den Durchgang gestattete. Aber weit längere Perioden sind wohl vorausgegangen, während deren die Sonnenstrahlen nur auf die obersten Schichten der mächtigen Dampf-Atmosphäre fielen, um von denselben reichlich zur Hälfte einfach reflectirt zu werden, während der andere Theil von denselben absorbirt wurde und so deren Abkühlung verlangsamte. Selbst bei dem gegen-

Digitized by Google

wärtigen Zustand der Atmosphäre wird vielleicht die Hälfte der zugestrahlten Wärme von Wolken aufgefangen; von dem andern Theil wird wieder etwa $^1/_2$ von der Luft absorbirt und vom Rest etwa $^2/_3$ für die Verdampfung von Wasser wirksam. Sonach wird es wahrscheinlich, daß von jener gesammten zugestrahlten Wärme schwerlich mehr als $^1/_{20}$ für die Verdampfung von Wasser verwendet worden ist. Das wären also etwa 1200 Quadrillionen Wärme-Einheiten, und diese würden hingereicht haben, um alle Gewässer der Erde etwa 1690 mal zu verdampfen.

Wir können, um diese Berechnung einigermaßen zu controliren, die Aufgabe von einer ganz anderen Seite anfassen, indem wir von dem gegenwärtigen Zustand aus rückwärts gehen und dabei die von der Sonne zugestrahlte Wärme den wirklich ausgeführten Messungen gemäß annehmen. Diese Wärme beträgt nach den neuesten Bestimmungen nahezu 30 Wärme-Einheiten auf jedes □-Meter pro Minute bei senkrechter Bestrahlung und oberhalb der Atmosphäre. Das macht nun für die ganze Erde während eines Jahres etwa 2004 Trillionen Wärme-Einheiten. Von dieser Wärmemenge wird aber aus den oben angegebenen Ursachen nur etwa $^1/_4$ für die Verdampfung von Wasser wirksam, d. i. 334^{III} Wärme-Einheiten. Nun bedarf die gesammte Wassermenge der Erde zum einmaligen Verdampfen unter den jetzigen Verhältnissen etwa $743\,500^{\text{III}}$ Wärme-Einheiten. Folglich wird in ca. 2226 Jahren eine solche Verdampfung infolge der Sonnenstrahlen einmal vollzogen sein. In früheren Zeiten wird die Bewölkung etwas stärker gewesen sein, und somit etwa in $2^1/_2$ Millionen Jahren alles Wasser der Erde 1000 mal den atmosphärischen Kreislauf gemacht haben. In den vorhergehenden Zeiten wird die Bewölkung noch so stark gewesen sein, daß vielleicht 4 bis 5 Millionen Jahre erforderlich waren, um den gleichen Proceß noch 600 mal vollziehen zu können. In noch früheren Perioden dagegen wird die Dampf-Atmosphäre so mächtig gewesen sein, daß die Sonnenstrahlen nicht im Stande waren, die dichte Wolkendecke zu durchbrechen, und ihre Wirkung sich nur darauf beschränkte, die obersten Schichten der Dampf-Atmosphäre etwas zu erwärmen, oder vielmehr deren Abkühlung zu verlangsamen. Unter Annahme eines solchen zeitlichen Verlaufes der Erscheinungen stimmt somit diese Berechnungsweise ziemlich gut mit der obigen.

Wir ersehen also aus diesen Betrachtungen, daß die großen

Digitized by Google

Wassermengen, welche die Geologen postuliren, in der kosmogonischen Theorie, welche wir annehmen, eine reale physikalische Entstehungs-Ursache finden. Aus diesen Theorien ergibt sich nämlich mit Hilfe der angestellten ganz plausiblen Berechnungen, daß während der geologischen Perioden die gesammte Wassermasse der Erde nicht weniger als beiläufig 4200 mal den Kreislauf in der Atmosphäre vollzogen und als Regen wieder herabgefallen sein wird. Es scheint wohl, daß diese enorme Quantität von Wasser den Postulaten der Geologen genügen wird, um alle ihre Theorien über Abwaschungen, Erosionen und Anschwemmungen aufrecht halten zu können. Viel mehr als die angegebenen Niederschlagsmengen wird aus diesen Theorien nur unter ziemlich unwahrscheinlichen Annahmen abgeleitet werden können.

Sollten aber solche Wassermengen nicht genügen, dann müßten wir wohl eher bedacht sein, die von den Geologen gestellten Forderungen etwas einzuschränken, als den in der Natur wirksamen Kräften Wirkungen zuzuschreiben, welche sie nicht leisten können. Billigerweise sollten aber die Geologen sehr zufrieden sein, daß sich in der Natur Kräfte nachweisen lassen, welche die von ihnen aus ganz andern Gründen hypothetisch aufgestellten Forderungen auf eine sehr naturgemäße Weise rechtfertigen und ihnen genügen; nicht aber ihre Forderungen so weit ausdehnen, daß diese Kräfte unmöglich noch denselben genügen könnten. —

Das Zusammenwirken der inneren Erdwärme mit der von außen zugestrahlten Sonnenwärme scheint noch für eine andere geologische Frage von Wichtigkeit zu sein, bei welcher es vielleicht nicht gebührend in Betracht gezogen wird.

Es ist einmal eine ziemlich allgemeine Anschauung geworden, daß wir nur immer von Abkühlung reden; und wir betrachten es fast als selbstverständlich, daß die Temperatur in früheren Zeiten eine höhere war als in späteren. Das ist nun aber nicht nur unzutreffend, wenn wir bis zu den ursprünglichen Zuständen zurückgehen, da die Temperatur der frühesten Nebelmassen wahrscheinlich nicht erheblich höher gewesen sein wird als der absolute Nullpunkt (— 273° C.), sondern auch innerhalb des wirklich eingeleiteten Abkühlungsprocesses treten uns unzweifelhafte starke Rückfälle entgegen, welche die sogen. Eiszeit (oder Eiszeiten) bildeten. Es ist gar nicht zu bezweifeln, daß einmal eine Periode war, in welcher die skandinavischen Gebirge, die Alpen, Pyrenäen, die englischen und schottischen Gebirge nebst

Digitized by Google

sehr weit reichenden Vorlanden mehrere 100 Meter, ja stellenweise über 1000 Meter hoch vergletschert waren, und daß Eisberge in Nord- und Ost-See, und über der damals noch submarinen norddeutschen Tiefebene trieben. Das Klima Deutschlands muß damals kälter gewesen sein als es jetzt unter 70° n. Br. an den Nordküsten Europa's ist.

Dies ist eine höchst interessante geologische Entdeckung. Aber es entsteht sofort die Frage, wie denn diese Thatsache zu erklären und mit der fortschreitenden Abkühlung aller Himmelskörper in Einklang zu bringen sei. Eine große Menge von Erklärungsversuchen ist zu diesem Ende schon aufgestellt worden. Lange Zeit war die vorherrschende Ansicht der Geologen die, daß die Erscheinung eine lokale gewesen sei, welche nur Central-Europa betraf. Dem entsprechend suchte man die Lösung der Schwierigkeit in rein geo-physikalischen Ursachen. Ganz Skandinavien nebst Lappland, Finnland ꝛc. war damals noch submarin mit Ausnahme der Gebirge, so daß das Eismeer mit seinen Eisbergen und erratischen Blöcken bis in das Herz Deutschlands vordringen konnte. Der Golfstrom soll damals über die noch submarine Landenge von Panama hinweg in den stillen Ocean seinen Weg genommen haben, und somit das nördl. Eismeer seiner kräftigsten Wärmequelle beraubt und weit kälter gewesen sein als gegenwärtig; die Sahara soll noch Meer und deshalb unsere Südwinde weniger warm und weit feuchter gewesen sein, so daß sie enorme Massen von Eis an die höheren Gebirge Europas absetzen konnten.

Alles das ist schön und sinnreich, aber doch wenigstens zum Theil nur hypothetisch. Und zudem erkannte man allmählich, daß die Eisperiode nicht eine lokale Erscheinung war. In Nord-Amerika finden sich dieselben und noch mächtigere Symptome einer Eiszeit als in Europa. Ebenso sind in Patagonien und in Neu-Seeland unzweifelhafte Spuren von sehr starker Vergletscherung gefunden worden, wie sie gegenwärtig bei weitem nicht mehr existirt. Es ist sonach klar, daß diese Erklärungsweise nicht ausreicht.

Es hat nun Gelehrte gegeben, welche dennoch nur geo-physikalische Ursachen zur Erklärung beiziehen zu müssen glaubten. Ein italienischer Gelehrter hat sogar noch vor wenigen Jahren eine Theorie aufgestellt, nach welcher die starke Vereisung der Erde damals nicht nur trotz der größeren Wärme auftrat, sondern wegen und infolge der-

Digitized by Google

selben; weil nämlich durch die höhere Temperatur eine stärkere Verdampfung und folglich eine größere Zufuhr von Material für die Gletscher bewirkt, sowie gleichzeitig durch die stärkere Bewölkung mehr Schutz gegen das Abschmelzen durch die Sonne geboten worden sei. Der gelehrte Herr hat auch Formeln und Rechnungen beigebracht, aus denen wirklich das gewünschte Resultat sich ergibt, und die Theorie ist von mancher Seite recht beifällig aufgenommen worden. Indes ist doch dabei der Umstand ganz vergessen worden, daß durch die Condensation der Dämpfe eine große Quantität von Wärme wieder frei wird! Da nun schon die Gebirge wegen der Wolkenhülle an stärkerer Abkühlung verhindert sind, und die durch Condensation entstehende Wärme gleichfalls am Ausstrahlen gehindert ist und schon an sich das Klima überhaupt als wärmer angenommen wird, wie könnten da größere Gletschermassen sich bilden? Und nun gar so enorme Eismassen von 1000 m Dicke! Wie man sieht, werden manchmal auch von der „exacten Wissenschaft" Leistungen verübt und auch mit Calcul bewiesen, für welche ein „Laien-Verstand" nicht ausreicht. Wenn so etwas von einem kirchlichgesinnten Gelehrten des Mittelalters wäre geleistet worden, dann würde es wohl von vielen Seiten in ganz anderer Weise beurtheilt worden sein.

Schon vor diesem letzterwähnten Versuch hat man kosmische Ursachen aufgesucht, um das auffällige Phänomen zu erklären. Einige Gelehrte haben behauptet, unser ganzes Sonnensystem sei auf seiner Wanderung im Weltenraum damals in eine besonders kalte Region hineingerathen gewesen. Diese Erklärung ist aber kaum besser als die vorhergehende. Auch beruht sie blos auf einer Behauptung, für welche weder ein Calcul oder sonst eine Bekräftigung, noch auch nur ein Beweis für die Möglichkeit beigebracht werden könnte.

So ist nach vielfachem Probiren und Tappen endlich die Theorie die vorherrschende geworden, welche nach James Croll in der veränderlichen Lage des Frühlingspunktes zur Erdbahn-Axe, verbunden mit der veränderlichen Excentricität der Erdbahn, die Ursache der Erscheinung zu finden glaubt. Die Axe der Erdbahn bewegt sich nämlich rechtläufig jährlich um 11".468, und gleichzeitig der Frühlingspunkt rückläufig um 50".2113. Die gegenseitige Lage ändert sich also jährlich um 61".6793, und das macht in ca. 21000 Jahren einen vollen Umlauf aus. Im Verlauf einer solchen Periode fällt das Perihel successiv in die vier verschiedenen Quadranten der Bahn, welche den vier Jahreszeiten entsprechen, und das hat zur Folge eine

Digitized by Google

Verschiedenheit in dem Charakter und der Intensität dieser Jahreszeiten.

Gegenwärtig sind wir beispielsweise in einer Zeit, wo das Perihel am 31. Dezember, also in unserem Winterquartal (Dez., Jan., Febr.) erreicht wird. Das hat zur Folge, daß dieses Quartal um 5 Tage kürzer ist als das Sommerquartal (Juni, Juli, August). Der Exceß der kalten Winternächte über die Tage ist also vermindert und gleichzeitig sind wir der Sonne näher, so daß die Wintertage etwas wärmer sind, als wenn die Bahn kreisförmig wäre. Im Sommer dagegen ist die Zahl der wärmeausstrahlenden Nächte größer und die Tage weniger heiß, weil die Sonne etwas weiter entfernt ist, sonach ist die Wärme etwas gemäßigter. Im allgemeinen haben wir also ein mehr temperirtes Klima mit abgestumpften Jahres-Extremen. Auf der südlichen Halbkugel dagegen ist das Winter-Quartal um 5 Tage länger als das Sommer-Quartal. Deshalb entsteht aus dem täglichen Kälte-Ueberschuß im Winter durch Summirung eine tiefere Temperatur, während die geringere Zahl der Sommernächte eine geringere Ausstrahlung und die größere Nähe der Sonne eine stärkere Sommerhitze bewirken wird. Das Klima wäre also dort ein mehr excessives mit verstärkten Extremen, jedoch so daß das winterliche Extrem dem sommerlichen gegenüber überwiegt und somit durch Summirung im Lauf der Jahrhunderte ein kälteres Klima bewirkt. Der angegebene Unterschied in den beiden Hemisphären ist gegenwärtig nicht groß, weil die Excentricität der Erdbahn gering ist (0·01677). Indessen könnte er hinreichen, um im Verein mit andern terrestrischen Ursachen das kältere Klima der südlichen Halbkugel gegenüber der nördlichen zu erklären.

In früheren Zeiten war aber die Excentricität der Erdbahn größer, da sie ja noch gegenwärtig um 0″.00004244 in jedem Jahrhundert abnimmt. Diese Abnahme ist zwar weder constant, noch auch so regelmäßig verlaufend wie andere Aenderungen der Bahn-Elemente; aber im allgemeinen war sie während der letzten 100 000 Jahre weit größer als gegenwärtig, da wir uns nicht weit von dem Minimal-Werth befinden. Somit wird auch die Wirkung auf die beiden Hemisphären in früheren Zeiten eine stärkere gewesen sein. Zur Zeit da die Excentricität der Erdbahn ihren Maximal-Werth = 0·077 hatte, betrug der Unterschied zwischen dem längsten und kürzesten Quartal gegen 24 Tage. Wenn also das Aphelium in das Winter-Quartal fiel, wird die entsprechende Hemisphäre mehrere Jahr-

Digitized by Google

tausende hindurch einen solchen Ueberschuß winterlicher Kälte erlitten haben, daß durch fortgesetzte Summirung und gleichsam Aufspeicherung derselben wohl das Klima einer sehr strengen Eiszeit erreicht werden konnte.

Somit wäre eine kosmische Erklärung für die Eisperiode gefunden. Es würde nur aus derselben folgen 1. daß nicht eine Eiszeit, sondern mehrere bestanden haben, und 2. daß diese Eiszeiten nicht gleichzeitig auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre stattfanden, sondern abwechselnd, so daß die nördliche ein milderes Klima hatte, während auf der südlichen eine Eiszeit herrschte, und umgekehrt. Beide Folgerungen sind mit den geologischen Forschungen sehr wohl vereinbar. Eine Mehrheit der Eiszeiten ist durch die neueren Forschungen mit einiger Sicherheit nachgewiesen. Daß aber beide Hemisphären gleichzeitig Eiszeiten gehabt hätten, das wird durch die geologischen Forschungen nicht bewiesen, sondern blos daß beide irgend einmal Eisperioden durchgemacht haben.

Danach werden wir also die letzte Eiszeit vor etwa 7000 bis 11000 Jahren gehabt haben, welche vor ungefähr 9000 Jahren ihre größte Intensität besaß. Solche periodische Erscheinungen nämlich, welche auf der Summirung von Einzelwirkungen beruhen, erreichen ihr Maximum nicht dann, wenn die Ursachen derselben ihre größte Intensität besitzen, sondern um etwa $^1/_{10}$ der ganzen Periodendauer später, gerade so wie die stärkste Kälte nicht am 21. Dezember stattfindet, sondern im Mittel am 26. Januar. Die Eiszeit wird also für die nördliche Halbkugel am intensivsten sein, wenn das Aphelium um den 26. Januar erreicht wird; das war aber gerade vor 9000 Jahren der Fall. Weitere 21000 Jahre früher wird eine andere Eiszeit bestanden haben und zwar von größerer Intensität, und noch 21000 Jahre früher wieder eine ꝛc. Zwischen diesen einzelnen Zeiten war dagegen auf der nördlichen Halbkugel milderes Klima, und auf der südlichen herrschte die Eiszeit.

Es knüpft sich hieran ganz naturgemäß eine wichtige Bemerkung. Die Geologen behaupten nämlich, daß ihre Forschungen mit Sicherheit erwiesen haben, daß das Menschengeschlecht gleichzeitig mit der Eiszeit existirt habe. Man hat dieses ausgebeutet in dem Sinn, als ob dieses Ergebniß der Wissenschaft ganz unvereinbar sei mit den Berichten der heil. Schrift, da die Eiszeit vor einigen hunderttausend Jahren bestanden habe, das Menschengeschlecht nach der Bibel aber erst seit etwa 6000 Jahren existiren solle. Nun wir sehen, daß dieser

Digitized by Google

pomphafte Einwurf gegen die Wahrheit der Offenbarung, wie alle anderen, auf eine ganz geringe Schwierigkeit zusammenschrumpft, welche gar nicht werth ist, daß man so viel Aufhebens davon macht.

Die Mitte der letzten Eiszeit war vor 9000 Jahren oder etwa 7100 Jahre vor Christi Geburt. Da nun aber die Dauer derselben 21000 : 4 = 5250 Jahre betrug, so war das Ende der Eisperiode um das Jahr 4480 v. Chr. Nun ist die Zeit, um welche das Menschengeschlecht geschaffen wurde, in der heil. Schrift keineswegs so genau bezeichnet, daß nicht starke Meinungsverschiedenheiten bestehen könnten. Das Martyrologium romanum selbst gibt dafür das Jahr 5199 v. Chr. an, Nicephorus 5505, der heil. Cyrillus Alex. 5624. Und man könnte noch weiter zurückgehen, ohne der heil. Schrift zu widersprechen, wie u. A. in den „Laacher Stimmen" sehr gut nachgewiesen worden ist. Es ist sonach eigentlich keine Schwierigkeit mehr darin zu finden, daß Menschen zur Zeit der letzten Eisperiode gelebt haben. Wollen wir noch den Umstand zu Hilfe nehmen, daß, gleichwie manchmal ein Winter lange über seine normale Zeit hinaus andauert, ebenso eine Eisperiode im entsprechenden Verhältniß länger anhalten konnte, und nehmen wir auch auf die obenerwähnten geophysikalischen Ursachen (S. 97) Rücksicht, welche möglicherweise erst zur Zeit der Sündfluth sich abspielten, so dürfte die ganze Schwierigkeit als vollkommen haltlos sich erweisen.

Die erwähnte kosmische oder astronomische Erklärungsweise der Eisperioden ist also einestheils von Seite der christlichen Offenbarung keinem erheblichen Bedenken ausgesetzt; und anderntheils spricht die allgemeine Annahme derselben dafür, daß sie auch wissenschaftlich begründet sei. Wenn die Gesetze, nach welchen die Summirungen klimatischer Excesse im Lauf eines Jahres und im Lauf von Jahrhunderten sich vollziehen, noch gründlicher erforscht sein werden, dann wird auch wahrscheinlich diese Theorie, gegenüber einigen Schwierigkeiten, die dagegen erhoben werden könnten, noch besser begründet erscheinen.

Es scheint indes, daß auch in den von uns angenommenen kosmogonischen Theorien ebenfalls eine Erklärungs-Ursache wenigstens für eine Eisperiode gefunden werden könne, und zwar ist das wesentliche Moment dabei, wie eingangs angedeutet wurde, in der Combination der inneren Erdwärme mit der Wirkung der Sonnenwärme gelegen. Manche Autoren (so namentlich Faye) wollen bei dieser Frage die objective Veränderlichkeit der Sonnenwärme gänzlich aus-

Digitized by Google

geschlossen wissen, weil uns darüber nichts bekannt sei. Aber wir wissen doch, daß die Sonnenstrahlung im Anfang eine sehr schwache war und nur allmählich die gegenwärtige Intensität erreichte; und ferner, daß die Ausbildung der Sonne wegen der so großen Masse bei weitem langsamer vor sich ging als die der Planeten. Eine sehr starke Variabilität der Sonnenstrahlung während der etwa 100 Jahr-Millionen, welche die Geologen gewöhnlich für die Entwicklung der Erde während der geologischen Perioden beanspruchen, kann also nicht blos, sondern sie muß wohl angenommen werden.

Der ganze Vorgang dürfte also wohl einigermaßen so verlaufen sein: Zu Anfang unserer geologischen Perioden wird der Sonnenball noch fast die Größe der Mercursbahn gehabt haben. Die Strahlung der Sonne muß also damals und noch lange Zeit nachher eine sehr geringe gewesen sein. Denn wenn auch in der Sonne bereits ein Glühzustand existirte, so war derselbe doch noch schwach und auf die centralen Theile beschränkt, weil nur da eine hinreichend starke Compression stattfand. Die Hitze konnte also nur durch die einige Millionen Meilen hohe Sonnen-Atmosphäre ausgestrahlt werden und folglich nach außen nur sehr geringe Wirkungen hervorbringen. Die Erde bedurfte aber damals auch nicht eine intensive Bestrahlung durch die Sonne. Sie hatte vielmehr in sich selbst noch einen so großen Vorrath von Wärme, daß auf ihrer ganzen Oberfläche das organische Leben nicht anders als in einem Treibhaus gedeihen konnte. Allein allmählich wurde der Vorrath erschöpft. Das Klima wurde kälter, die Dämpfe der Atmosphäre nahmen ab, und durch die klare Atmosphäre hindurch konnte die Abkühlung in noch rascherem Tempo erfolgen. Wohl konnte nun auch die Sonne frei hindurch scheinen und die tropischen Zonen vor gänzlicher Erkaltung bewahren. Aber sie hatte noch nicht die Kraft, um auch die kalten und gemäßigten Zonen in ihrer Lebensentfaltung zu erhalten, und so konnte sich in diesen allmählich eine intensive lange anhaltende Eisperiode entwickeln. Doch die Energie der Sonne wuchs und ihre Temperatur wurde nicht nur eine bedeutend höhere, sondern eben infolge davon kam fast ihre ganze Masse in den Zustand der höchsten Weißgluth. Die schwache Atmosphäre, welche noch über ihr sich ausbreitete, war nur mehr ganz unbedeutend und konnte eine gewaltige Ausstrahlung von Wärme nicht mehr hindern. Da mußten denn auch auf der Erde die Zustände sich ändern und die mächtigen Lagen von Eis, welche aufgespeichert waren, mußten im Lauf der Jahrhunderte vergehen, um wieder an-

Digitized by Google

muthigen Fluren Platz zu machen, auf denen neues Leben erblühen konnte.

Diese kosmogonische Erklärungsweise der Eisperiode schließt aber die oben erklärte astronomische nicht aus, und wahrscheinlich haben beide ihre Berechtigung. Wenn aus den geologischen Forschungen sich ergeben sollte, daß eine Eisperiode schon vor Millionen Jahren bestanden haben muß, allenfalls gegen Ende des Tertiär's oder während des „Diluvium", so wird das die auf kosmogonischen Ursachen beruhende Eiszeit sein, aber nicht diejenige, während welcher der Mensch bereits existirte. Erst nach dieser sehr langen und intensiven Eiszeit konnten die durch astronomische Ursachen bewirkten Eiszeiten entstehen in Perioden von je 21000 Jahren, und mit einer längeren Periode stärkeren Anschwellens derselben, welche vielleicht 100000 bis 200000 Jahre dauerte. Nur während der letzten dieser kleineren Eisperioden wird das Menschengeschlecht schon bestanden haben. —

Wenn aber die kosmogonische Erklärung eine Berechtigung hat — wie es scheint —, dann ist das auch noch in anderer Hinsicht interessant. Es folgt nämlich daraus, daß seit jener großen ersten Eisperiode die mittlere Temperatur der ganzen Erde nicht ab- sondern zugenommen hat. Diese Zunahme kann nun recht wohl auch noch jetzt anhalten und folglich wird sich auch die Erde ein wenig ausdehnen. Wenn aber die Erde nur eine minimale Ausdehnung erleidet, so daß der Erd-Radius in einem Jahrhundert nur um (genau) 2 cm zunimmt, so ist durch die daraus folgende kleine Verlangsamung der Rotation die Acceleration des Mondes erklärt. Der Mond legt nämlich in jedem Jahrhundert um 12" in seiner Bahn mehr zurück als im vorhergehenden. Für 6" findet man eine Erklärung in der Abnahme der Erdbahn-Excentricität; aber für die übrigen 5 bis 6" hat man nur hypothetische Erklärungen. Nun jene minimale Wärmezunahme der Erde, durch welche die mittlere Temperatur der Erde in 100 Jahren nur um $^1/_{5200}$ Grad C. zunehmen würde, ergibt eine ganz plausible Erklärung dafür. Die Gezeiten werden im gleichen Sinn ebenfalls wirken, und dann kann jene Wärmezunahme noch geringer angenommen werden.

Eine andere Wirkung, welche für das ganze Menschengeschlecht von praktischer Wichtigkeit ist, besteht darin, daß die Erdkruste keine weiteren Faltenwürfe mehr bekommt. Und so lange die Menschheit bestehen wird, sind wahrscheinlich so gewaltige Kataklysmen ausge-

Digitized by Google

schlossen. Die Sonne hat also mit ihrer Energie in sehr heilsamer Weise eingegriffen, und die Mutter ist der schon fast ersterbenden Tochter in sehr geeigneter Weise zu Hilfe gekommen, um sie zu neuem Leben zu befähigen. Sie hat zwar nicht die bereits vorhandenen Falten und Runzeln beseitigt — und das ist sehr gut, weil ja durch die Hügel und Gebirge, ja schon durch das sehr geringe Ansteigen der Continente gegen ihre Mitte, der Wohnplatz der Menschen unendlich an Zweckmäßigkeit und Schönheit gewinnt; aber sie hat für lange Zeiträume die Entstehung neuer Faltenwürfe unmöglich gemacht, — und das ist wieder sehr gut und weise eingerichtet, weil solche Katastrophen von weittragender fataler Wirkung für das Leben großer Bevölkerungs-Massen sein müßten.

So sehr also auch die ursprüngliche Art der Erwärmung unseres Planeten von innen heraus, wegen der Gleichmäßigkeit der Klimata und eines beständigen Frühlings angenehmer sein dürfte als die spätere „Heizungsmethode" durch die gluthstrahlende Sonne von außen, so ist doch diese letztere dem Wohle des Menschengeschlechtes zuträglicher. Denn jene hat zur unausbleiblichen Folge einen starken Verlust von Wärme durch Ausstrahlung und folglich auch zeitweilig jene katastrophalen Einschrumpfungen und Faltenwürfe der Erdkruste. Letztere dagegen bringt nur eine etwas weit gehende Variabilität der Klimata mit sich — und diese wird ja überdies nicht von Allen als ein Uebelstand angesehen. Deshalb wohl wird denn auch die göttliche Vorsehung das Menschengeschlecht erst dann ins Dasein gerufen haben, nachdem dieses zweckentsprechendste von allen kosmogonischen Stadien erreicht war, in welchem die der Erde zugestrahlte Wärme derjenigen, welche durch Ausstrahlung verloren geht, gleich kam oder dieselbe noch ein wenig übertraf.

Der denkende Mensch wird darin eine von den unzählbaren Zweckmäßigkeiten erkennen, welche wir in der Natur bewundern, und zwar von jenen zahlreichen zweckmäßigen Einrichtungen, auf welche in keiner Weise die Darwinistische Erklärung der Zweckmäßigkeit sich anwenden läßt. Hier nämlich kann von einer Anpassung und Vererbung gar keine Rede sein, sondern — um so zu sagen — auf den ersten und einzigen Wurf ist das möglichst Zweckmäßige getroffen worden.

Der durch die Offenbarung erleuchtete Mensch könnte aber darin auch eine höhere Wahrheit vorbildlich versinnlicht sehen. Die niederen Lebensformen, die Pflanzen und Thiere, gehören ihrer Entstehung und mächtigsten Entfaltung nach einer Periode an, da die Strahlen

Digitized by Google

der Sonne noch durch gewaltige irdische Dunstmassen abgehalten waren, und die Erde aus eigenem Vorrath die Wärme spendete, deren sie bedurften. Und die lebenden Wesen gehören auch einer ausschließlich natürlichen Ordnung an. Sie sind nur auf eigene Kraft und Fähigkeit angewiesen; alles ist eigene Kraft oder Geschicklichkeit, eine gewisse Selbstsucht und Eigenliebe und infolge davon ein Kampf Aller gegen Alle. — Der Mensch aber gehört einer andern Periode an, da die Bedingungen des Lebens von Oben her durch die Sonne geboten werden. Und so ist auch der Mensch nicht ein rein irdisches Wesen, sondern er ist für das höhere Licht geboren und sein höchstes wahrstes Leben vollzieht sich durch gewisse Inspirationen von Oben. Wie die Offenbarung lehrt, ist der Mensch einer übernatürlichen Ordnung eingefügt, welche über die eigenen Kräfte des menschlichen Geistes weit hinausgeht. Deshalb kann auch bei aller Entfaltung der eigenen Fähigkeit weder der einzelne Mensch noch auch die Menschheit die Bedingungen des Gedeihens erzwingen, sondern es muß von Oben gegeben werden. Die Wärme, welche den Menschen beleben und begeistern soll, ist eben nicht irdischen Ursprunges und noch weniger hat sie rein irdische Ziele, sondern die Sonne der Geister, „der Vater des Lichtes", der gütige Schöpfer selbst spendet das höhere Licht und die Kraft, und seine Vorsehung leitet den Menschen zu dem Ziele, welches nicht nur die Kräfte, sondern auch die Ahnungen der rein natürlichen Schöpfung weit übersteigt. Wenn aber diese geistige Bestrahlung von Oben aufhörte oder abgehalten würde, dann würde trotz eines zeitweiligen Glanzes in nebensächlichen Dingen unausbleiblich das wahre Leben allmählich erstarren. —

Die Planeten.

Wir sind bei der speciellen Entwicklungsgeschichte der Erde länger verweilt, weil dieser Planet in jeder Hinsicht uns am nächsten steht und wir darüber auch mehr wissen als über andere. Die Entwicklung der übrigen Planeten ist eben für die empirischen Wissenschaften ein unzugängliches Feld und kann nur durch Induction mit Hilfe einer soliden kosmogonischen Theorie aus den geringfügigen Ergebnissen der Beobachtungen abgeleitet werden; und selbst die so gewonnene geringe Erkenntniß ist nur eine muthmaßliche und ermangelt der Gewißheit.

Im allgemeinen können wir wohl sagen, daß ein Planet die Stadien der Entwicklung desto schneller durchmachen wird, je kleiner

Digitized by Google

seine Masse ist und je weniger Wärme er von der Sonne empfängt, und daß ein Planet desto später entstehen konnte, je näher er der Sonne steht. Aber aus diesen allgemeinen Grundsätzen kann nicht viel abgeleitet werden, wenn nicht auch die Beobachtungen berücksichtigt werden.

So würden wir wohl geneigt sein zu glauben, daß die vier entferntesten Planeten in ihrer Entwicklung am weitesten vorangeschritten seien, da sie wahrscheinlich früher entstanden, oder doch wenigstens früher anfingen, ihre Wärme frei auszustrahlen als die übrigen. Aber diese Planeten sind auch die größten und brauchten deshalb längere Zeiten für ihre Entwicklung. Welcher von diesen beiden Umständen wird vorwiegen und den Ausschlag geben? Die Beobachtungen lehren, daß die größere Masse den vorwiegenden Einfluß hat. Sowohl die geringe Dichte dieser Planeten als auch die Umrisse, welche das Teleskop auf denselben uns wahrnehmen läßt, drängen zu der Annahme, daß das, was wir da sehen, nicht der eigentliche Planet ist, sondern eine sehr tiefe dichte Dampf-Atmosphäre, welche denselben einhüllt. Neptun hat die größte scheinbare Dichte unter diesen und so dürfte er schon weiter in der Entwicklung voran sein. Saturn und Jupiter scheinen am weitesten zurück zu sein und dürften wohl ganz am Anfang ihrer geologischen Perioden stehen [1]). Wenn auf diesem Hauptplaneten des Systemes vielleicht nach einer „Jahr-Milliarde" durch des Schöpfers Wort vernünftige Wesen sich des Lebens erfreuen sollen, dann wird unsere Erde schon längst der „Geothanie" verfallen sein und gründlicher ausgestorben sein als gegenwärtig unser treuer Begleiter, der Mond.

[1]) Für die betreffs Jupiter ausgesprochene Ansicht könnte einigermaßen auch eine empirische Bestätigung gefunden werden in dem rothen Fleck, welcher seit etwa neun Jahren in 25° südlicher Breite auf Jupiter sichtbar ist. Derselbe hat die Gestalt einer ziemlich schmalen Ellipse und nimmt mit der großen Axe, welche parallel dem Aequator ist, etwa 29 Längen-Grade ein. Ueber die Natur dieser Erscheinung ist man noch nicht im Klaren. Einige Beobachter aber (Denning, P. Perry S. J. und Tarrant) haben constatirt, daß die obere Fläche des Fleckens höher liegt als die übrige Oberfläche der Jupiter-Atmosphäre, und daß diese von dem Flecken aus „überfluthet" (oder wie die Engländer sich ausdrücken „überlappt") wird. Das steht nun recht gut in Harmonie mit der oben gegebenen geogonischen Theorie. Es wird wohl an dieser Stelle in der noch dünnen Kruste des Planeten eine von jenen Berstungen in einem langen Riß erfolgt sein, von denen S. 84 die Rede war, und aus welcher dann ein langer glühend heißer Gebirgs-Rücken emporstieg. Eine heftige lokale Cirkulation in der Atmosphäre mußte die

Digitized by Google

Andererseits ist Mercur der Sonne am nächsten, also wahrscheinlich verhältnißmäßig „jung an Jahrmillionen". Auch ist er einer sehr intensiven Bestrahlung durch die Sonne ausgesetzt. Man sollte deshalb glauben, er sei noch weiter zurück in seiner Entwicklung als alle andern. Aber er ist auch bei weitem der kleinste von allen. Infolge dessen hat er von Haus aus einen kleineren Wärmevorrath (6600° etwa, wie wir bereits sahen, s. S. 64), und die Abkühlung kann ceteris paribus schneller erfolgen. Wir wissen nicht, welcher Umstand hier der vorherrschende sein mag und auch die Beobachtungen lassen uns im Stich, da sie uns an diesem Planeten keine Merkmale erkennen lassen, auf welche wir einen Schluß stützen könnten.

Von Venus wissen wir durch verschiedenartige Beobachtungen, daß sie eine Atmosphäre besitzt, welche fast doppelt so dicht ist als die unsrige. Sehr ungewiß ist es dagegen, ob je ein bestimmtes

---

Folge sein, durch welche die mit Wasserdampf beladenen und schon deshalb leichteren Luftmassen, mit etwas Rauch untermischt, weit über das Niveau der übrigen Atmosphäre emporgeschleudert wurden, und folglich nach allen Seiten diese überfluthen mußten. Der Flecken ist bereits sehr stark abgeblaßt; und das dürfte einfach daher kommen, daß die Hitze des neuen Gebirges an der äußersten Oberfläche bereits stark nachgelassen hat.

Wenn diese Erklärung richtig ist, dann ist sie einerseits eine Bekräftigung der früher entwickelten geogonischen Theorie; anderseits erkennen wir daraus, daß Jupiter wirklich noch am Anfang der jovigonischen Perioden steht: denn es sind seit den letzten 100 Jahren etwa 6mal solche Erscheinungen an Jupiter beobachtet worden, was nicht wohl möglich wäre, wenn die Kruste des Planeten schon eine beträchtliche Stärke hätte. —

Ferner können wir dann daraus den Schluß ziehen, daß dieser Flecken ein zuverlässiges Merkmal ist, um die wahre Rotationsdauer Jupiters zu bestimmen. Diese ergibt sich danach $= 9^h55^m38{\cdot}8^s \pm 0{\cdot}2^s$. Eine Bestätigung dieser Ansicht liegt auch darin, daß die Rotationszeiten, welche aus andern Merkmalen der Oberfläche abgeleitet wurden, nicht nur stark von diesem Werth abweichen, sondern auch unter sich starke Differenzen und Mangel an Constanz aufweisen, während der rothe Fleck seit seinem Bestehen constant denselben Werth liefert.

Diese Theorie des rothen Fleckes habe ich schon vor langer Zeit ausgesprochen („Pester Lloyd", Beilage zu Nr. 121 v. 2. Mai 1880). Aber weder damals noch auch als ich die obige geogonische Theorie niederschrieb, war mir etwas von den angegebenen Beobachtungen bekannt. Wahrscheinlich werden auch jene Beobachter an diese Theorie nicht gedacht haben, als sie ihre Beobachtungen notirten. Um so interessanter dürfte sonach die Uebereinstimmung sein, welche zwischen beiden sich zeigt.

Digitized by Google

Object auf der eigentlichen Venus-Oberfläche wahrgenommen worden ist. Wahrscheinlich ist sonach dieser Planet gegen die Erde noch etwas zurück in seiner Ausbildung. Nach den obigen Principien wäre das gleiche auch a priori zu vermuthen.

Mars ist von allen Planeten derjenige, über welchen die Beobachtungen uns am meisten Aufschluß geben. Nicht blos einige hervorstechende Gegenstände auf seiner Oberfläche hat man unterschieden, sondern man hat wirkliche geographische oder vielmehr uräographische Karten derselben entworfen. In der Nähe der Pole finden sich große weiße Flecken, welche regelmäßig ab- und zunehmen, je nachdem die entsprechende Hemisphäre ihren Sommer oder Winter hat. Das sind offenbar große Felder von Eis und Schnee. Schiaparelli hat sogar Wolken unterscheiden können, indem einzelne Umrisse der Oberfläche zeitweise trüb erscheinen oder verschwinden und bald darauf wieder klar werden, während die Trübung über andere Stellen gewandert ist. Die Ausdehnung dieser Wolken ist aber eine weit geringere als auf unsrer Erde. Hieraus und aus der Ausdehnung der beiden Schneefelder können wir schließen, daß Mars in seiner Entwicklung ein wenig weiter vorangekommen ist als die Erde. Wir hätten a priori wohl vermuthen sollen, daß Mars um ziemlich viel weiter voran sei als die Erde, da er sowohl kleiner ist als diese, als auch von der Sonne weniger Wärme erhält. Sonach scheint die früher erwähnte, auf ganz andere Gründe sich stützende Annahme, daß Mars bei seiner Entstehung sich etwas verspätet habe (s. S. 75), auch durch diese Wahrnehmungen eine neue Bestätigung zu finden. —

Nun sind noch zwei zu unsrem System gehörige Körper übrig, welche uns weit mehr interessiren und über welche mehr Untersuchungen angestellt worden sind als über alle andern, mit Ausnahme der Erde, nämlich der Mond und die Sonne. Beide haben die gleiche scheinbare Größe, aber in Wirklichkeit sind sie an Größe so verschieden, daß man aus der Sonne über 25 Millionen Massen gebildet denken könnte, die dem Mond gleich wären. Ebenso ungleich sind sie aber auch in Hinsicht auf ihre kosmogonischen Entwicklungsstadien. Der Mond ist ein bereits vollkommen ausgestrahlter erstarrter Körper, ein wahres Stück Kosmothanie; die Sonne dagegen ist noch in einem wahren kosmogonischen Zustand und in der Fülle ihrer Kraft sendet sie eine solche Menge von Licht und Wärme aus, daß nur dadurch das Leben auf den kleineren Planeten erhalten werden kann.

Digitized by Google

Der Mond.

Ueber den Mond nun wäre sehr wenig besonderes zu sagen, wenn er sich einfach wie eine kleinere bereits erstorbene Erde verhalten und neben seiner treuen Begleitung nur noch das heilsame: „Heute mir, morgen dir", der Erde vor Augen halten würde. Aber wir sehen auf seiner Oberfläche manche Eigenthümlichkeiten, welche wir nicht nur auf der Erde nicht finden, sondern die auch wahrscheinlich später nie auf der Erde statthaben werden. Wir sehen dort allerdings Gebirge und Ebenen und viele Objecte, welche ganz ebenso auf der Erde vorkommen; allein der Charakter fast aller Mondgebirge ist ein ganz anderer, indem sie große Ringgebirge um tiefe Kessel bilden. Dazu kommt noch die räthselhafte Erscheinung der „Rillen", welches lange schmale tiefe Schluchten zu sein scheinen, die durch Gebirge, Ebenen ꝛc. ganz ungestört hindurchsetzen und oft strahlenartig von einem Punkt auslaufen. Es ist offenbar eine sehr interessante Frage, wie diese eigenthümlichen Gebilde entstanden sein mögen.

Betreffs der kraterähnlichen Ringgebirge sind zahlreiche Erklärungsversuche gemacht worden. Es hat nicht gefehlt an Gelehrten, welche glaubten, der Mond sei, als er noch plastisch weich war, einem Bombardement von kleinen Himmelskörpern ausgesetzt gewesen, deren jeder in der Masse des Mondes einschlug und eine Höhlung mit aufgeworfenem Rand zurückließ. Das ist wohl eine recht kindlich ausgedachte Theorie, die aber eine schärfere Prüfung auch von der Seite der Möglichkeit kaum aushalten dürfte.

Andere haben geglaubt — und diese Ansicht ist noch jetzt sehr verbreitet — jeder „Mond-Krater" sei früher ein wirklicher Vulkan von sehr intensiver Thätigkeit gewesen, der sich einen Kegel von riesigen Dimensionen aufgeworfen habe. Durch die allgemeine Abkühlung der inneren Massen sei dann der Kegel seiner Unterlage beraubt worden und in sich zusammengestürzt, wobei nur der Wall ringsum noch als Gebirge stehen geblieben sei. Diese Theorie ist nicht minder unwahrscheinlich; denn es müßten diese Vulkane ganz enorme Dimensionen gehabt haben, bis zu 50 Kilometer Höhe, während es unsere so bedeutend größere Erde kaum bis zu 5 Kilometern bringt. Ueberhaupt aber dürfte man wohl einer so oft behaupteten großartigen vulkanischen Thätigkeit auf dem Mond gegenüber sich recht ungläubig verhalten. Denn nach den thermodynamischen Principien und nach den Formeln, welche wir früher brachten, könnte die mittlere Temperatur des Mondes, selbst wenn die gesammte Verdichtungswärme zusammen geblieben wäre, nur bis

Digitized by Google

zu höchstens etwa 1800° C. jemals gestiegen sein, so daß auf der Oberfläche die Wärme vielleicht nur eben hingereicht haben wird, um die Massen in zähflüssigen Glühzustand zu bringen.

Allein eine andere wirklich plausible Erklärung gibt es nicht. Diese Gebirgsformation auf dem Mond gehört zu den vielen Dingen, die wir beständig vor Augen haben und nach Belieben beobachten können und für welche wir doch keine Erklärung wissen. Auch betreffs der Rillen ist man noch vollständig im Unklaren. Es hat da nicht gefehlt an „Gelehrten", welche glaubten, dies seien Chausseen, welche von ehemaligen großen Städten nach verschiedenen Richtungen ausliefen.

Es ist also da noch ein ziemlich freies Feld für Hypothesen; und so könnte es ja auch uns gestattet sein, einen vermeintlichen Beitrag für den Tempel der Wissenschaft zu liefern. Nun möchte es scheinen, daß die Erklärung von Erscheinungen, welche dem Mond ganz eigenthümlich sind, auch in der physischen Beschaffenheit und in Umständen begründet sein müsse, welche diesem Himmelskörper specifisch eigen sind und ihn von der Erde unterscheiden. Dahin gehört nun hauptsächlich die ca. 80 mal geringere Masse und als Folge hiervon, daß nicht nur die Schwerkraft am Mond über 6 mal kleiner ist als auf der Erde, sondern daß derselbe auch bis zu einer sehr tiefen Temperatur erkaltet sein muß. Dies letztere ist nun auch nicht mehr eine bloße Vermuthung, sondern durch die äußerst sinnreichen und schönen Untersuchungen des Prof. Langley in Amerika ist es experimentell erwiesen, daß die Temperatur des Mondes tief unter Null ist. Ferner hat der Mond das Eigenthümliche, daß an seiner Oberfläche keine Gewässer existiren. Man könnte hiernach zu folgender Auffassungsweise geleitet werden.

Als der Mond bereits erstarrt, aber noch heiß war, mußten durch die fernere Abkühlung Hohlräume entstehen. Denn die Zusammenziehung zerklüftete zunächst die Felsmassen in einer Richtung, welche zu derjenigen der Contraction senkrecht steht, d. h. vorzugsweise in horizontalen Spalten. Nun wird stellenweise das „Hangende" dieser Zerklüftungen infolge der geringen Schwerkraft stark genug gewesen sein, um das eigene Gewicht zu tragen. Das „Liegende" aber folgte stetig dem Zug der Contraction gegen unten und folglich wurde der Hohlraum immer größer. Denken wir uns nun einen solchen Hohlraum etwa 10 Kilometer unter der Oberfläche angewachsen zu 6 Kilom. Höhe und 20 Kilom. Weite. Es muß da

Digitized by Google

ein gewaltiger Gewölbedruck eingetreten sein und bei fortwährend zunehmender Ausdehnung mußte schließlich das Gestein doch zermalmt werden und die ganze Blase einstürzen.

Wie wird nun aber ein solcher Einsturz vor sich gegangen sein? Offenbar wurde das Gestein im allgemeinen zuerst an der Stelle zermalmt, an welcher der größte statische Druck stattfand, d. i. nicht oben in der Mitte, sondern ringsum in der Tiefe neben dem Hohlraum. Nachdem an einer Stelle das feste Gefüge gebrochen war, wuchs der Druck an den noch unversehrten Stellen derart, daß auch diese zerbröckeln mußten. Die ganze Gewölbedecke brach also ein, indem sie mit einem immensen Seitendruck gegen die daneben befindlichen Massen sich stemmte. Unter einem so enormen Druck verhält sich aber eine zerbröckelte Masse nicht anders als ob sie in halbflüssigem Zustand wäre. Und da diese zusammengepreßte Masse nach keiner Seite dem Druck nachgeben und ausweichen konnte, als nur nach oben, so wurde sie in die Höhe gepreßt, wobei sie natürlich die darüber liegenden Schichten hoch emporhob. Diese bildeten dann entweder ein einfaches Ringgebirge von etwas größerem Durchmesser als der ursprüngliche Hohlraum, oder infolge localer Festigkeits-Unterschiede mit großen Zerklüftungen einige parallel gerichtete Höhenzüge um den inneren Kessel herum.

Aber indem die Decke einstürzte, wurde auch sie zerbröckelt und zermalmt und deshalb unterlag sie auch den Gesetzen, welche für zähflüssige Massen gelten. Nun ist aber bekannt, daß ein hydrodynamischer Druck außerordentlich an Intensität zunimmt, wenn von verschiedenen Seiten her die Drücke gegen dieselbe Stelle convergiren. So ist z. B. der hydrostatische Druck der Meeresfluth kaum im Stand, das Wasser 2 Fuß hoch zu heben. Aber in Meeresbuchten, welche sich verengern, so daß der durch die Bewegung entstehende hydrodynamische Druck concentrirt wird, da wird das Wasser 30 bis 70 Fuß hoch gehoben. Nun convergiren in unsrem Fall die Gewölbedrücke offenbar gegen die Mitte. Also wurde, da einmal die Massen zerbröckelt und die Bewegung eingeleitet war, der Druck dort am stärksten. Deshalb wurden auch da die Massen gegen oben gepreßt und hoben aus den obersten Schichten je nach der lokalen Verschiedenheit des Zusammenhanges einen oder einige kleinere Hügel empor, die jedoch nie die Höhe des Ringwalles erreichen konnten.

Hiernach wären also die Gebirge auf dem Mond im Grund durch

Digitized by Google

die gleiche Ursache entstanden wie auf der Erde, nämlich ein gewaltiger Gewölbeschub hat sie aus der Oberfläche emporgepreßt. Nur die näheren Umstände sind verschieden gewesen und dem entsprechend die äußere Gestaltung der Gebirge. Auf der Erde werden solche Formationen, wie sie auf dem Mond die gewöhnlichen sind, wahrscheinlich auch in späteren Perioden nie vorkommen, weil die Schwerkraft so stark ist, daß Hohlräume von großer Ausdehnung sich kaum werden bilden können [1]).

Nun werden viele von den auf dem Mond entstandenen Hohlräumen von den Gewässern der Oberfläche erreicht worden sein. Nach entsprechender Auswaschung der Wasseradern wurden sie also auch ganz angefüllt und durch Nachfluß auch angefüllt erhalten trotz der Erweiterung des Raumes. Hieraus erklärt sich in sehr einfacher Weise die Thatsache, daß auf der Oberfläche kein Wasser mehr existirt. Durch die eingedrungenen Wassermassen wurde offenbar die Haltbarkeit des Hohlraumes vermehrt. Aber die Verhältnisse änderten sich, als die Temperatur sehr tief unter Null sank. Bei — 20° C. werden alle diese eingeschlossenen Wassermassen durchaus erstarrt sein trotz des enormen Druckes. Die unausbleibliche Folge mußte dann sein, daß der große Behälter des Wassers gesprengt wurde. Die Sprünge, welche dabei entstanden, das sind eben die Rillen, und es ist leicht erklärlich, daß dieselben ganz unabhängig von der äußeren Gestaltung der Oberfläche sich ausdehnen mußten und Gebirge, Ebenen 2c. ohne Unterschied durchsetzen konnten.

Aber noch mehr. Auch die strahlenförmige Lage der Rillen um gewisse Centra erklärt sich daraus. Ein befreundeter Physik-Professor, dem ich diese Idee mittheilte, stimmte mir nicht nur sogleich bei, sondern machte mich auch auf den genannten Umstand aufmerksam. Vor seinem Fenster war ihm in diesem Winter ein mit Wasser fast gefüllter Glaskolben gefroren. Das Glas war gesprungen, aber merkwürdigerweise nicht in regellosen Sprüngen, sondern durchaus nach einer strahligen Structur. Von einem seitlich gelegenen Punkt des Kolbens, etwa in halber Höhe des Wassers, gingen mindestens 20 Sprünge radial auseinander und das Ganze zerfiel in zwei Theile, deren jeder aus 9 bis 12 radialen Splittern bestand. So wird also

[1]) Die Astronomen wollen indeß aus gewissen Ablenkungen der Lothlinie erwiesen haben, daß in der Nähe von Moskau ein riesig großer unterirdischer Hohlraum existiren muß.

Digitized by Google

auch auf dem Mond die strahlenförmige Gruppirung vieler Rillen, wenn nicht in ganz ähnlicher so doch in analoger Weise auf die gleiche Ursache zurückzuführen sein, nämlich auf Berstungen durch eingeschlossenes gefrierendes Wasser. —

Die Sonne.

Wie aller Stoff auf der Erde durch die Schwerkraft gegen den Mittelpunkt der Erde hingezogen wird, so streben alle Massen, welche unsrem Planetensystem zugetheilt wurden, gegen dessen Centrum — die Sonne. Nur einige kleine Bruchtheile, welche zusammen etwas über $^1/_{800}$ der ganzen Masse ausmachen, haben es vermocht, der wirklichen Vereinigung mit derselben sich zu entziehen; aber sie kommen dafür auch nie zur Ruhe, sondern müssen in ewigem Kreislauf das Central-Gestirn umschweben und so der überlegenen Macht desselben in einer um so angenfälligeren Weise gleichsam ihre Anerkennung zollen. Auf einem der kleineren dieser Bruchstücke, in einem unbedeutenden Winkel dieser Scholle, da hat uns der gütige Schöpfer das Licht des Tages erblicken lassen.

Wir sehen nun dieses große Central-Licht vor uns; sein Glanz blendet unsere Augen. Aber der denkende Mensch möchte auch mit dem Auge des Geistes einigermaßen erfassen, was in jenem Centrum unsres Systemes eigentlich vorgeht, und wie die Einrichtung getroffen ist, daß aus den Kräften der Natur nach deren unwandelbaren Gesetzen so viel Segen für unser Gedeihen hervorgehe.

Wie aber das Getriebe in großen Hauptstädten, den Mittelpunkten großer Völker, sehr verschieden ist von dem Leben, welches in einer entlegenen ländlichen Hütte mühevoll und glanzlos sich abhaspelt, und deshalb einem einfachen Landmanns-Verstand in vielen Dingen unfaßbar ist, so finden wir auch hier, daß die Verhältnisse auf der Sonne überaus verschieden sind von denen, welche wir unsern Experimenten unterziehen können; und trotz aller Fortschritte der exacten Wissenschaften ist uns ein klarer Einblick in viele der dortigen Verhältnisse noch unmöglich. Fanden wir schon auf dem Mond einige Eigenthümlichkeiten, welche auf der Erde nicht vorkommen, so muß jedenfalls der Unterschied gegen die Sonne ein noch weit größerer sein. Die Masse der Sonne ist 333000 mal größer als die unserer Erde, die Schwerkraft etwa 28 mal stärker und die Hitze eine so immense, daß wir von derselben und von deren Wirkung auf körperliche Stoffe uns keine, auch nur annähernd klare Vorstellung machen können.

Digitized by Google

Doch wir lassen uns nicht abschrecken. Ist auch manches unserm Verständniß unzugänglich und vieles unklar, so wissen wir doch, daß im Grund die gleichen Naturgesetze auch dort walten. Dem ausdauernden Fleiße erschließt sich manches, was vorher dunkel war, und was nicht vollständig erfaßt werden kann, das können wir doch allenfalls mit analogen Begriffen oder plausiblen Muthmaßungen unserem Verständniß näher bringen.

In der That ist es denn auch den vereinten Bestrebungen der Astronomen und Astrophysiker gelungen, doch über sehr viele Vorgänge auf der Sonne wenigstens einige klare Einsicht zu erzielen. Und besonders in den letzten drei Decennien sind gerade in dieser Richtung sehr große Fortschritte gemacht worden. Die „Theorie der Sonne" ist infolge dessen jetzt in einem fast unvergleichlich vollkommeneren Stadium, als sie noch vor einem Viertel-Jahrhundert war. Man kann deshalb diese Theorie mit Recht als eine „wissenschaftliche Actualität" bezeichnen. Aus diesem Grund ist es wohl zu entschuldigen, ja es wird vielleicht manchem Leser angenehm sein, wenn darüber etwas eingehender gehandelt wird.

Zunächst ist nun klar, daß wir auf rein theoretischem Weg, von der allgemeinen kosmogonischen Theorie ausgehend, für die Erkenntniß der eigentlichen Natur der Sonne nicht viel gewinnen können. Es ist überhaupt ein fehlerhaftes Beginnen, welches nur zu häufig begangen wird, daß man Erscheinungen der Natur, selbst wenn kaum ein Anfang einer soliden Erklärung derselben gemacht ist, doch nur im Licht einer vorgefaßten Theorie auffassen will. Die Natur ist dazu da, damit wir Kenntnisse daraus schöpfen und unsre Anschauungen erweitern und klären, nicht aber damit wir unsre Begriffe ihr gleichsam aufzwingen sollen. Sind wir in unsern früheren Betrachtungen von den Beobachtungen über den gegenwärtigen Zustand der Welt ausgegangen, um rückwärts schließend zu der allgemeinen kosmogonischen Theorie aufzusteigen, so muß dasselbe Verfahren hier gleichsam fortgesetzt und ergänzt werden. An der Hand der Beobachtungen sind die bereits vorhandenen, wohlbegründeten theoretischen Gesichtspunkte von der größten Wichtigkeit für das Verständniß und die Erklärung der beobachteten Erscheinungen. Aber die Theorie allein ist dazu nicht nur nicht hinreichend, sondern sie selbst findet vielmehr eben hierbei ihre Vervollkommnung. Und so muß auch unsre kosmogonische Theorie wenigstens in bezug auf die Vorgänge in unserm Central-Gestirn durch die Beobachtungen eine genauere Präcisirung der Auffassungen finden.

Digitized by Google

Indeß einiges sagt uns doch schon die Theorie allein, soweit wir sie bereits betrachtet haben, namentlich das, daß wir im Mittelpunkt der Sonne das erste Condensations-Centrum des zu unserm Planetensystem gehörigen Urnebels zu suchen haben, gleichsam den Embryonal-Kern des ganzen Systems.

Ferner gibt uns die Kant-Laplace'sche Theorie (aber NB. ohne daß Kant oder Laplace etwas davon gewußt oder verstanden hätten!) einen hinreichenden Aufschluß über die wichtige Frage nach der Ursache, von welcher die Wärme der Sonne herrührt und unterhalten wird. In Verbindung mit den Gesetzen der allgemeinen Gravitation und der Aequivalenz aller physikalischen Kräfte lehrt sie uns, daß durch die Verdichtung der Sonnenmasse eine enorme Quantität von Wärme erzeugt werden mußte. Diese Wärme, soweit sie bis jetzt „frei" wurde, ist beiläufig so groß, daß zu ihrer Erzeugung eine Steinkohlenmasse verbrannt werden müßte, welche die Masse der Sonne etwa 4000 mal, unsere Erde aber ca. 1320 Millionen mal überträfe. Die Contraction der Sonne ist aber noch nicht zu Ende und durch die fortgesetzte Verdichtung wird noch so viel Wärme erzeugt, daß der Bedarf noch auf viele Millionen Jahre dadurch reichlich gedeckt wird. Damit ist indeß nicht ausgeschlossen, daß auch noch andere Ursachen für den gleichen Zweck mitwirken. Namentlich wird durch das Hineinstürzen kosmischer Massen, Meteore und Kometen in die Sonne infolge der gewaltigen Attractionskraft derselben eine große Quantität Wärme hervorgebracht werden. In späteren Stadien wird auch die chemische Verbindung der Elemente, welche gegenwärtig in der Sonne noch „in Dissociation" sich befinden, kräftig mitwirken, um den Bedarf zu decken.

Dieser in der Sonne nach bekannten Gesetzen entwickelte Vorrath von Wärme ist so immens groß, daß selbst die gleichfalls enorm große Ausstrahlung der Wärme durch die Sonne dagegen zurückbleibt. Eben deshalb besitzt dieselbe noch eine so äußerst hohe Temperatur, daß sie nicht einmal angenähert geschätzt werden kann und die Abkühlung geht so äußerst langsam von statten, daß alle Stadien der kosmogonischen Entwicklung von der Sonne in weit langsamerem Tempo durchgemacht werden als von den Planeten. Die Ueberfülle der Lebenskraft hindert eben das schnelle Altern trotz des enormen Verbrauches dieser Kraft. Alle Planeten sind schon weit voran in ihrer Entwicklung; die kurzlebigen Enkel — die Monde — sind schon alle längst todt und erstarrt; und sie selbst steht noch in der Fülle

Digitized by Google

kosmogonischer Urkraft gleichsam am Anfang ihrer Laufbahn — „wie ein Riese erhebt sie sich freudig, zu laufen ihre Bahn“ (Ps. 18). Ja auch die Planeten — mit Ausnahme der größten — können nur noch infolge der von der Sonne ihnen zugestrahlten Kraft eine Wohnstätte für lebende Wesen bieten. —

Damit sind wir nun aber schon fast zu Ende mit den Folgerungen, welche wir aus der kosmogonischen Theorie a priori ziehen können. Denn gehen wir auch nur einen Schritt weiter und stellen die enorme Hitze, welche auf der Sonne herrscht, zusammen mit dem immensen Druck, welchem die Massen dort ausgesetzt sind, so kommen wir aus diesen beiden einfachen Thatsachen schon vor eine wichtige Frage, für welche weder jene Theorie noch auch die Wissenschaft überhaupt eine befriedigende Antwort geben kann. Wir wissen, daß auf der Sonne ein unermeßlicher Druck herrschen muß, welcher im Centrum der Sonne auf etwa 2000 Millionen Atmosphären steigt (cf. supra S. 30). Anderseits ist die Temperatur der Sonne eine so enorme, daß sie alle unsere auf Erfahrung stützbare Messungsversuche nahezu illusorisch macht. An der Oberfläche wird dieselbe wohl 40000 bis 100000° betragen, während sie gegen das Centrum hin wahrscheinlich auf 10 Millionen und vielleicht auf 30 oder mehr Millionen anwachsen wird. Welche von *diesen* beiden Naturkräften wird denn nun wohl überwiegen? Nach unermeßlichen Zeiträumen wird allerdings schließlich die Gravitation gewiß überwiegen, ganz ähnlich wie wir das bereits betreffs derselben beiden Kräfte im Urnebel selbst fanden (siehe oben S. 27), weil die Wärme gleichsam als das weniger materielle und erdhafte Agens nachgibt, mit ihrer Energie in den Weltraum ausstrahlt und das Feld allmählich räumt. Kein Zweifel, daß nach etlichen Milliarden von Jahren die Sonne vollständiger erkaltet sein wird als gegenwärtig unsere Erde. Allein welches ist denn die *gegenwärtige* Wirkung jener beiden widerstrebenden Kräfte? Klarer ausgesprochen: Wird der Stoff durch die Wärme trotz des Druckes in *gasförmigem* Zustand erhalten, oder wird er durch den enormen Druck trotz des Widerstrebens der Wärme in den festen oder doch *flüssigen* Aggregatszustand gebracht werden?

Niemand ist im Stand, diese Frage mit Sicherheit zu beantworten; und auch aus den uns bekannten Naturgesetzen kann kein zuverlässiger Schluß gezogen werden, weil dieselben nur auf Beobachtungen

Digitized by Google

beruhen, welche unter gänzlich verschiedenen Umständen angestellt wurden.

Ja noch mehr, es scheint, daß auf diese Frage gar keine Antwort möglich sei, welche nicht mit unseren Naturgesetzen in Widerspruch käme. Denn nehmen wir an, das Innere der Sonne sei in flüssigem oder festem Zustand, dann müßte die mittlere Dichte der Sonne mindestens gleich derjenigen der Erde sein. Denn einestheils wissen wir durch die spektroskopischen Beobachtungen, daß die Sonne zum weitaus größten Theil aus Metallen besteht und anderntheils ist es a priori ziemlich gewiß, daß schon von den ersten Stadien anfänglicher Verdichtung an vorzugsweise die dichteren Stoffe gegen das Centrum der Anziehung hin sich senken mußten — wie ja auch thatsächlich der der Sonne zunächststehende Mercur fast $1^1/_2$ mal dichter ist als die Erde. In Wirklichkeit ist aber die mittlere Dichte der Sonne nur $^1/_4$ von der unserer Erde. — Nehmen wir aber anderseits an, die Sonne sei durchaus in gasförmigem Zustand, dann müßte die Zunahme der Dichte gegen das Innere zu nach dem Mariotte'schen Gesetz eine so enorme sein, daß die mittlere Dichte der Sonne bei weitem größer sein würde als die irgend eines der uns bekannten Metalle. Und diese Folgerung könnte nur dann gemäß dem Gay-Lussac'schen Gesetz entkräftet werden, wenn wir eine Temperaturzunahme gegen das Centrum hin annähmen, welche etwa 2° auf jedes Meter betrüge. Damit bekämen wir aber im Centrum eine Temperatur von ca. 1300 Millionen Graden und die Gesammtwärme der Sonne, welche noch gegenwärtig in derselben enthalten ist, würde mindestens 10 mal größer sein, als die bekannte Verdichtungswärme der Sonne in Wirklichkeit sein kann.

Doch diese Schwierigkeiten sind nicht unübersteiglich, weil sie ja auf Gesetzen beruhen, deren Allgemein-Gültigkeit sehr fraglich ist. Es gibt dagegen ein Gesetz, welches man zu denjenigen zu rechnen pflegt, die absolute Geltung haben, nämlich daß für jeden Stoff eine sogen. kritische Temperatur existirt, derart, daß wenn derselbe über diese Temperatur hinaus erhitzt wird, absolut kein Druck mehr hinreicht, ihn aus dem dampfförmigen in den flüssigen Zustand zu bringen. Wenn dies Gesetz wirklich zuverlässig wäre, dann müßten wir annehmen, daß alle Stoffe bis zum innersten Centrum der Sonne in gasförmigem Zustand existiren, indeß immerhin so stark comprimirt, daß ihre Dichte im Centrum selbst derjenigen einiger Metalle gleichkommen wird.

Digitized by Google

Um aber die oben gegen diese Annahme gemachte Schwierigkeit zu beseitigen, müssen wir dann eben annehmen, daß einige andere Gesetze, namentlich das Mariotte'sche und das Gay-Lussac'sche für jene excessiven Druck- und Temperatur-Verhältnisse nicht mehr gelten. Das ist nun auch recht wohl erlaubt, und eine Andeutung dafür haben wir schon in den Abweichungen von diesen Gesetzen, welche bereits unter den bei unseren Experimenten erreichbaren Verhältnissen wahrgenommen werden. Denn so ist bekannt, daß der „Coefficient der Druckänderung", welche durch Erhöhung der Temperatur bei Gasen eintritt, nach den Versuchen von Regnault ganz merklich größer wird, wenn das Gas unter einem höheren Druck steht. Und ebenso geht aus den Versuchen von Natterer hervor, daß die Gase unter einem Druck von fast 3000 Atmosphären noch ein Volum einnehmen, welches 3—4 mal größer ist, als es nach dem Mariotte'schen Gesetz sein sollte. Es wächst also bei gleicher Dichte die Expansivkraft mit steigender Temperatur in einem rascheren Verhältnis als das Gay-Lussac'sche Gesetz verlangen würde, und bei gleicher Temperatur wächst die Dichte mit zunehmendem Druck in einem geringeren Verhältniß, als das Mariotte'sche Gesetz ergeben würde. Treten diese Abweichungen schon so deutlich hervor bei den geringen Unterschieden von Druck und Temperatur, welche wir bei unseren Experimenten herstellen können, dann ist die Annahme ganz berechtigt, daß unter sehr excessiven Verhältnissen die Abweichungen sehr viel bedeutender sein können, derart, daß bei einer Temperatur von 10 Millionen Graden die Expansivkraft mehr als 10 mal so groß sein könnte, als das Gay-Lussac'sche Gesetz verlangt und bei einem Druck von 1000 Millionen Atmosphären die Verdichtung möglicherweise 100 mal geringer sein könnte, als sie dem Druck entsprechend nach dem Mariotte'schen Gesetz sein sollte.

Anderseits ist aber diese Annahme doch auch keineswegs eine mit Sicherheit erwiesene; und in der Sonne selbst finden wir Erscheinungen, welche mit dem Gesetz des kritischen Punktes nicht vereinbar sein dürften. Ja die neueren experimentellen Untersuchungen Jamin's über den „kritischen Punkt" scheinen auch den Grundsatz völlig umzustoßen, auf den sich diese Annahme stützt. Jamin wurde nämlich durch verschiedene Versuche zu der Ansicht gedrängt, daß die Unmöglichkeit der Condensation bei der kritischen Temperatur nur eine scheinbare sei. Bei dieser Temperatur und dem entsprechenden Druck soll nämlich die Dichte der Dämpfe ebenso groß sein wie die der Flüssig-

Digitized by Google

keit, so daß beide sich vollständig miteinander mischen und durchdringen können, und selbst wenn sie sich nicht mischen würden, doch eine etwaige Trennungsfläche zwischen beiden gar nicht wahrgenommen werden könnte. Es würde danach nicht die Condensation ausbleiben, sondern es würde das Merkmal fehlen, an welchem wir den flüssigen Zustand wahrnehmen könnten.

Wenn diese Ansicht sich bestätigt, dann müssen wir es offenbar für weit wahrscheinlicher halten, daß gegen das Centrum der Sonne hin die Massen in dem flüssigen Aggregationszustand existiren. Die Schwierigkeit aber, welche oben gegen diese Annahme gemacht wurde, könnte leicht beseitigt werden. Es ist nämlich bekannt, daß die Flüssigkeiten bei sehr hohen Temperaturen einen sehr merkwürdig hohen Ausdehnungs-Coefficienten haben, derart, daß er sogar den Ausdehnungs-Coefficienten der Gase übertrifft. Eben hierauf beruht ja die Möglichkeit, daß die Dämpfe ebenso dicht werden können wie die entsprechenden Flüssigkeiten. Durch diese so überaus starke Ausdehnung könnte also leicht bewirkt werden, daß die mittlere Dichte der Sonne trotz des gewaltigen Druckes doch bei weitem geringer wäre, als sie der metallischen Natur der Stoffe entsprechend sonst sein müßte. Ja auch abgesehen von diesem eigenthümlichen Verhalten würde eine Temperatur von ca. 3 bis 4 Millionen Graden (welche wohl einigermaßen wahrscheinlich als die mittlere Temperatur der Sonne angesehen werden kann) hinreichen, um vermöge des gewöhnlichen Ausdehnungs-Coefficienten die Dichte der flüssigen Metalle auf etwa $^1/_{30}$ von derjenigen herabzubringen, welche sie bei mäßigen Temperaturen haben. Durch den immensen Druck wird das Verhältniß allerdings sehr stark geändert; allein die in der Schwierigkeit hervorgehobene Unmöglichkeit erscheint damit doch beseitigt.

Somit sehen wir, daß doch beide Ansichten haltbar wären, und weder die gasförmige noch die flüssige Aggregatsform der Sonnenmasse peremptorischen Schwierigkeiten unterliege. Allein welches ist nun wohl die richtige Ansicht? Kein Sterblicher kann diese Frage mit Sicherheit entscheiden, und wir sind da trotz aller Wissenschaft einigermaßen in der gleichen Lage wie jenes Bäuerlein, welches in der großen Hauptstadt des Reiches sich selbst sagen mußte: „I kenn mi do nimmer außi".

Recht wahrscheinlich aber möchte es sein, daß eigentlich keine von diesen beiden Ansichten richtig sei. Denn wenn auch die Massen als gasförmig erklärt werden, so sind doch die Physiker, welche dieser

Digitized by Google

Ansicht huldigen, gezwungen, diesen Dämpfen Eigenschaften zuzuschreiben, welche sonst nur den dichteren Aggregatsformen eigen sind. Nicht nur muß die Dichte dieser Dämpfe eine weit größere sein als die unserer gewöhnlichen Flüssigkeiten, sondern auch sogar die leichte Beweglichkeit hört bei ihnen auf. Es ist nämlich factisch durch Experimente erwiesen, daß bei sehr hohen Temperaturen die Gase eine gewisse, stetig zunehmende Zähigkeit oder Viscosität besitzen. Deshalb gilt es für ausgemacht, daß die Dämpfe im Innern der Sonne an leichter Beweglichkeit nur etwa einem sehr dicken Syrup zu vergleichen seien; manche Physiker halten sogar die Aehnlichkeit mit frischem Glaserkitt für mehr zutreffend. Das wäre nun in der That ein ganz eigenthümliches Gas! — Wenn wir aber anderseits die Massen als flüssig annehmen, so müssen wir ihnen doch auch manche Eigenschaften der Dämpfe zuschreiben, und namentlich müßte die Expansivkraft derselben eine so enorme sein, daß man eine eigentliche Tropfbarkeit sich nicht leicht vorstellen könnte.

Man hat nun wohl gewisse physikalische Merkmale, durch welche der flüssige Zustand von dem gasförmigen unterschieden wird; allein für diesen Fall reichen dieselben gleichfalls nicht aus. Das wesentliche Unterscheidungszeichen für den gasförmigen Zustand ist ja allerdings weder die geringe Dichte noch die leichte Beweglichkeit. Vielmehr ist es 1. die Ausdehnsamkeit, infolge deren der Stoff bei eintretender Vergrößerung des Volums das neue Volum vollständig und gleichmäßig ausfüllt, ohne daß eine freie Trennungsfläche entstände. Allein nach den oben erwähnten Untersuchungen Jamin's ist es ziemlich gewiß, daß oberhalb der kritischen Temperatur der Stoff auch flüssig sein könnte und daß doch eine Trennungsfläche sich nicht bilden kann oder doch nicht wahrgenommen werden könnte. — Einen zweiten wesentlichen Unterschied findet man im Verhalten bei der Erwärmung. Ein Gas nimmt nämlich bei demselben stetig sowohl an Volum oder Spannkraft als an Temperatur zu, ohne daß ein Sieden einträte; bei Flüssigkeiten aber tritt ein Siedepunkt ein, bei welchem die Temperaturzunahme sistirt ist, die Volumzunahme aber sprungweise erfolgt. Allein das Verhalten der Flüssigkeiten beruht darauf, daß zum Verdampfen freie Wärme gebunden wird; durchaus zweifelhaft ist es aber, ob das unter allen Umständen stattfindet. Im Gegentheil hat man ja sogar schon berechnet, daß Wasser bei einer Temperatur von 853° in Dampfzustand übergehen könnte und wieder zurück, ohne daß dabei Wärme gebunden oder resp. frei

Digitized by Google

würde. — Als drittes wesentliches Merkmal der Gase wird die Diffusion oder gegenseitige Durchdringung verschiedener Gase angenommen. Allein wer könnte behaupten, daß verschiedene Flüssigkeiten bei so enormen Expansivkräften nicht ebenfalls in einander diffundirten, und anderseits wird auch bei wirklichen Gasen die Diffusion durch entgegenwirkende Kräfte verhindert.

Wir sehen also, daß die „wissenschaftlichen" Unterscheidungs-Merkmale nicht einmal in sich selbst und in der Idee allgemeine Gültigkeit beanspruchen können. Allein wenn das auch wäre, so würde doch von einer praktischen Anwendung auf unsern Fall kaum die Rede sein können. —

Wenn wir nun schon in dieser einfachen Frage mit der Theorie nicht zur Klarheit und Sicherheit durchdringen können, selbst wenn die Spekulation durch alle bekannten physikalischen Gesetze unterstützt wird, so läßt uns dieselbe noch weit mehr in Stich in Betreff der wichtigeren Fragen, welche sich auf das eigentliche Wesen der physikalischen Vorgänge beziehen, die auf der Sonne sich abspielen. Wir müssen also vorerst die Beobachtungen reden lassen, um für theoretische Betrachtungen eine sichere Grundlage zu gewinnen. Der höhere Weg der Spekulation ist hier nicht gangbar für unsre menschliche Erkenntnißweise; suchen wir also auf dem mehr ebenen unteren Weg etwas weiter voranzukommen. Die Theorie wird uns helfen, die Ergebnisse der Beobachtung richtiger aufzufassen und zu verstehen, aber sie selbst wird eben dadurch in der rechten Weise vervollständigt werden. Eine solche Methode der Untersuchung ist nun umsomehr geboten, als durch unzählbare fleißige Beobachter eine überraschend große Menge von Entdeckungen zusammengebracht worden ist.

Das älteste Ergebniß astrophysikalischer Sonnenbeobachtungen ist die Entdeckung der Sonnenflecken und Fackeln. Dieselben wurden gegen 1610 unabhängig und fast gleichzeitig entdeckt von Fabricius, P. Scheiner S. J., und Galilei. Ueber die physikalische Beschaffenheit und Structur der Flecken hatte man anfangs gar keine plausible Vorstellung. Indeß erkannte man doch in denselben alsbald ein geeignetes Merkmal, aus welchem man die Rotation der Sonne beweisen und auch die Rotationsdauer genau bestimmen könnte. Allein schon bei diesem Unternehmen stieß man bald auf eine unerwartete Schwierigkeit, welche eine für die physische Beschaffenheit der Sonne sehr interessante Frage in sich enthält. Die Werthe der Rotationsdauer, welche man aus den Flecken ableitete, stimmten nicht mit ein-

Digitized by Google

ander, sondern schwankten innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Allmählich erkannte man, daß diese Verschiedenheiten im Zusammenhang stehen mit der verschiedenen heliographischen Breite der Flecken, indem dieselben eine um so größere Rotations-Geschwindigkeit besitzen, je näher sie dem Aequator der Sonne stehen. In neuerer Zeit hat man diese Abhängigkeit auch durch mathematische Formeln zum Ausdruck gebracht. Carrington leitete aus seinen Beobachtungen (1853—1861) ab $\varrho = 865' - 165'.\sin^2\beta$, wo ϱ den Rotationswinkel für einen Tag und β die heliographische Breite bedeutet. Faye gibt an $\varrho = 862' - 186'.\sin^2\beta$. Ich selbst fand aus vierjährigen Beobachtungen in Kalocsa $\varrho = 865{\cdot}3' - 209{\cdot}8'.\sin^2\beta$ [1]).

Eine unmittelbare Folgerung aus diesen Thatsachen wurde alsbald gezogen, nämlich daß die Sonne nicht ein fester Körper sein könne wie unsere Erde. Aber ein tieferes Verständniß der Erscheinung bot größere Schwierigkeiten.

Seit etwa einem halben Jahrhundert weiß man, daß die Flecken an eine Periode gebunden sind. Innerhalb eines Zeitraumes von $11^1/_9$ Jahren (im Durchschnitt) wächst die Fleckenhäufigkeit ziemlich rasch von einem Zustand des Minimums zu einem Maximum an, und dann nimmt sie wieder allmählich ab, bis wieder ein Minimum der Häufigkeit erreicht ist. Und gleichzeitig mit dieser Aenderung rückt auch die mittlere Zone der stärksten Flecken-Entwickelung von beiden Seiten gegen den Aequator vor, etwa aus der heliographischen Breite von 24° bis zu derjenigen von 10°.

Noch merkwürdiger wurde diese Entdeckung dadurch, daß die Periode der Fleckenhäufigkeit vollkommen übereinstimmt und gleichen Schritt hält mit den fast um dieselbe Zeit entdeckten Perioden der Häufigkeit und Helligkeit der Nordlichter und derjenigen der täglichen Schwankungen, welche in den Elementen des Erd-Magnetismus beobachtet werden.

Noch weit reicher wurde die Ausbeute an Beobachtungen, als zu den rein teleskopischen Beobachtungs-Methoden vor etwa $^1/_4$ Jahrhundert auch die spektroskopischen hinzukamen. Ganz neue große Felder der Untersuchung gingen uns dadurch auf; man konnte Erscheinungen und Vorgänge auf der Sonne mit Sicherheit nachweisen, von denen wir sonst kaum je eine Ahnung gehabt haben würden.

Zunächst konnte erwiesen werden, daß die äußeren Schichten der Sonne der Hauptsache nach sich in gasförmigem Zustand be-

[1]) Vgl. „Berichte von dem erzbischöfl. Haynald'schen Observatorium", Münster, Aschendorff 1886, pag. 82.

Digitized by Google

finden. Auch sogar die chemische Natur dieser Dämpfe konnte mit vollkommener Sicherheit festgestellt werden. Es ergab sich, daß im allgemeinen in der Sonne ganz die gleichen chemischen Elemente existiren wie auf der Erde. Nur zwei ganz leichte Gase hat man als dort vorhanden nachgewiesen, welche auf der Erde nicht vorkommen; und anderseits fehlen von einigen unserer chemischen Elemente die entsprechenden Spektrallinien im Sonnenspektrum, und zwar hauptsächlich von den Stoffen, welche am schwersten zu verflüchtigen sind wie Kohlenstoff, Bor und Kiesel.

Indem man aber die spektroskopischen Untersuchungen auf die einzelnen Theile der Sonne anwandte (sog. „Differential-spektroskopische" Methode), konnte man vieles über die Structur und gleichsam den „architectonischen Aufbau" der Sonne entdecken. So fand man, daß das Licht, welches von der eigentlichen Photosphäre ausgeht, ein continuirliches Spektrum gibt, und folglich nicht von einem gasartigen Stoff, sondern von hellglühenden flüssigen oder festen Partikelchen ausgesendet wird.

Ueber der Photosphäre aber lagert zunächst eine ungefähr 200 geogr. Meilen, hohe Schicht dichter Metall-Dämpfe. Dies ist die sogenannte „Umkehrende Schicht", weil sie die Lichtschwingungen absorbirt, welche den Schwingungen der Atome innerhalb ihrer Molecüle entsprechen, und eben dadurch die betreffenden Stellen des Spektrums aus hellen Streifen in dunkle verwandelt. Eben hierdurch entstehen die zahllosen dunklen Spektrallinien im Spektrum der Sonne.

Oberhalb dieser schweren Atmosphäre von Dämpfen breitet sich die 800 bis 1200 Meilen hohe rothe Chromosphäre aus, welche fast nur aus hellglühendem Wasserstoff, dem leichtesten der uns bekannten Elemente, besteht. Diese Schicht erscheint gegen Außen nicht regelmäßig begrenzt, sondern gleicht vielmehr einem großen Feuermeer, aus welchem unzählbare Mengen spitzer Flammen emporschlagen. Aus diesem Grund wurde sie auch von einigen der ersten Beobachter nicht Chromosphäre, sondern „Sierra" (d. h. Säge) genannt.

In noch größerer Höhe endlich breitet sich die „Corona" aus, in welcher ein noch dünnerer aber uns unbekannter Stoff gefunden wird, von dem die Spektrallinie „1474 nach Kirchhoff" herrührt. Der untere Theil der Corona ist bis zu einer Höhe von etwa 16000 Meilen im allgemeinen regelmäßig rund wie die Sonne selbst. Und in diesem Theil ist auch noch reichlich Wasserstoff vorhanden, wie Young nachgewiesen hat, aber nicht mehr im glühenden Zustand, so daß man sagen könnte, die Chromosphäre sei nur der untere glü-

Digitized by Google

hende Theil der ganzen Wasserstoff-Atmosphäre. Im äußeren Theil jedoch, wo der Stoff äußerst dünn sein muß und bei weitem weniger Licht aussendet, nehmen wir unregelmäßige Ausbuchtungen wahr, ähnlich geraden (oder bisweilen auch krummen) Strahlen, welche oft bis zu sehr großen Abständen (drei bis fünf Sonnendurchmesser) von der Sonne sich erstrecken.

Außer diesen Schichten, welche Theile einer bleibenden Structur der Sonne ausmachen, hat uns das Spektroskop noch andere Erscheinungen enthüllt, welche vorübergehende Vorgänge und Ereignisse darstellen. Dahin gehören vor allem die merkwürdigen Gebilde der Protuberanzen. Diese sind entweder metallische Eruptionen, welche mit enormen Geschwindigkeiten aus der Oberfläche der Sonne hellleuchtend emporschießen und nach Beschreibung eines großen parabolischen Bogens mit vermindertem Glanz wieder langsam zurückfallen; oder Wasserstoff-Protuberanzen, welche gewöhnlich ebenfalls mit außerordentlicher Geschwindigkeit säulenförmig emporschießen, dann aber meistens in Wolkenform sich ausbreiten und schweben bleiben, bisweilen auch ohne allen sichtbaren Zusammenhang mit der Sonne als freischwebende Wolken auftreten. In der Nähe der eruptiven Protuberanzen zeigt die Chromosphäre gewöhnlich eine äußerst heftige Bewegung in horizontaler Richtung, welche sich durch die Verschiebung der Spektrallinien zu erkennen gibt und auf eine große drehsturm-artige Bewegung schließen läßt.

Zu den teleskopischen und spektroskopischen Beobachtungsmethoden hat sich in neuester Zeit noch die Photographie gesellt. Diese herrliche Kunst hat wunderbare Fortschritte gemacht, und ihre Anwendungen in der Wissenschaft scheinen nachgerade alles übertreffen zu sollen, was man in dieser Hinsicht je mit der kühnsten Phantasie sich vorstellen konnte. Das Spektrum der Sonne ist mehrfach photographisch dargestellt worden: neuestens hat es aber Prof. Rowland in Baltimore hierin zu einer wunderbaren Vollkommenheit gebracht. Die großen Beugungsgitter von unerreichter Genauigkeit, welche zu diesen Versuchen dienten, hat sich Rowland selbst hergestellt; das photographische Spektrum, welches er erzielte, läßt an Genauigkeit und an Zahl der Spektrallinien alle mit dem Auge angestellten Beobachtungen weit hinter sich zurück.

Der französische Astronom Janssen wendete die photographische Methode auch auf rein teleskopische Beobachtungen mit unerwartetem Erfolg an. Diese Photographien stellen in einem Bild von 55 cm

Digitized by Google

Durchmesser die ganze Sonnenscheibe dar mit einer Genauigkeit, welche die feinsten Details fast ebenso genau zu unterscheiden gestattet, wie die directe Beobachtung durch die besten Fernrohre. Sie gewähren aber vor den directen Beobachtungen den großen Vortheil, daß sie die ganze Sonnenfläche darstellen, deren einzelne Partien dann nach Belieben untersucht werden können, und ferner, daß solche bleibende Darstellungen in beliebigen Zwischenpausen von 10, 20, 30, 50 . . . Minuten wiederholt werden können. Dadurch ist es nämlich möglich, die Vorgänge und Aenderungen, welche an allen einzelnen Stellen der Sonnenscheibe vorgehen, nach ihrem zeitlichen Verlauf genau zu verfolgen. So konnte constatirt werden, daß das sogen. „photosphärische Netz", welches die „Granulation" der Sonne bildet, keinen Augenblick in Ruhe ist, vielmehr ein beständiges Aufbrodeln der Massen dort stattfindet wie in einem Kessel voll einer heftig kochenden Flüssigkeit. In den Photographien erscheinen freilich diese Bewegungen nicht sehr rasch zu verlaufen; allein da ein Millimeter in der Figur einer wirklichen Ausdehnung von 400 geograph. Meilen entspricht, müssen jene Vorgänge auf der Sonne mit einer außerordentlichen Heftigkeit sich abspielen.

Wir sehen also, daß die zahllosen, mit größtem Fleiß und Scharfsinn angestellten Beobachtungen in der That uns viele neue, zum Theil gänzlich unerwartete Aufklärungen verschaffen. Manche Fragen finden darin ihre Erledigung, andere sind ihrer Lösung bedeutend näher gerückt. Aber gleichzeitig wird uns auch eine Menge unerwarteter Erscheinungen geboten, welche neue noch schwierigere Fragen enthalten. Es geht einmal nicht anders bei aller menschlichen Erkenntniß. Jede wahre Forschung geht nur schrittweise voran; und jeder Schritt den wir vorwärts thun, bringt uns wohl eine bessere Einsicht über manches, was unklar war, aber er bietet dem Blick auch neue Regionen dar, in welchen wir neue und gewöhnlich noch schwierigere Fragen auftauchen sehen.

Indeß sind wir doch bereits soweit voran, daß wir nicht mehr in einzelnen Detail-Fragen hangen bleiben müssen; vielmehr können wir mit einiger Aussicht auf Erfolg auch die große Hauptfrage stellen, welches nämlich die Natur des Gesammtprozesses der solaren Thätigkeit sei, welchen treibenden Ursachen er entspringe und nach welchen Gesetzen er verlaufe. Eine vollständige und klare Antwort auf diese Frage wird vielleicht erst denjenigen Gelehrten vorbehalten sein, welche um das Jahr 2000 leben werden; und dann werden vermuthlich auch

Digitized by Google

alle andern Fragen z. B. über die Periodicität der Flecken und Protuberanzen, über deren zonenweises Auftreten, über die Ursache der Eruptionen, über die Natur der Corona ꝛc. eine klare und sichere Beantwortung finden. Wir müssen einstweilen noch vielfach mit Hypothesen uns begnügen, welche noch manche Mängel haben und große Lücken lassen. Indeß haben wir doch bereits einen Prüfstein für die Wahrheit derselben, indem eben jene zahlreichen, thatsächlich beobachteten Erscheinungen in der wahren „Theorie der Sonne" einen naturgemäßen Erklärungsgrund finden müssen. —

Gehen wir also zurück auf die frühesten Ergebnisse der Beobachtungen, so ist die erste interessante Frage, welche sich uns aufdrängt die nach der physikalischen Ursache, durch welche die Verschiedenheit der Rotationsbewegung in verschiedenen Breiten hervorgebracht wird. — Sehr auffallend ist es, daß über diese Frage noch nicht einmal eine plausible Hypothese aufgestellt worden ist. Manche Astrophysiker, wie namentlich Faye, haben gemeint, daß der Unterschied herrühre von der verschiedenen Tiefe, aus welcher nach ihrer Auffassung die Flecken emporgestiegen seien. Allein nicht nur ist eine solche Auffassung selbst eine unbegründete Annahme, sondern die Sache wäre damit auch gar nicht abgethan, indem sofort die neue Frage entsteht, weshalb die Flecken den verschiedenen Breiten entsprechend aus verschiedenen Tiefen emporsteigen sollten.

Aber gerade in dieser Frage bietet uns die kosmogonische Theorie einen Schlüssel für die Erklärung, der noch nicht gebührend berücksichtigt worden ist. Es wurde bereits hervorgehoben (vergleiche S. 54), wie aus dieser Theorie mit Nothwendigkeit folgt, daß diejenigen Massen unseres großen Central-Nebels, welche zuletzt mit der Sonne vereinigt wurden, mit einer weit größeren Rotationsgeschwindigkeit, als die Sonne selbst besitzt, dieselbe als hoher äquatorialer Gürtel umgeben mußten, so daß das Ganze dadurch die Gestalt eines stark abgeplatteten Sphäroïdes erhalten mußte. Nur mit sehr großer Langsamkeit konnte da eine gegenseitige Ausgleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten erfolgen. Durch den Contact mit der weit langsamer rotirenden Sonnenmasse, verloren die äußersten Schichten der Sonnen-Atmosphäre allmählich einen Theil ihres Geschwindigkeit-Ueberschusses; ebendadurch wurde die Fliehkraft eine schwächere, das Sphäroid wurde weniger abgeplattet, die Massen konnten der Sonne näher rücken, und obschon ebendadurch ihre Rotationsgeschwindigkeit wieder eine größere wurde, so mußte doch auch

Digitized by Google

dieser Ueberschuß allmählich verloren werden, bis schließlich das Ganze eine fast vollkommen kugelförmige Gestalt angenommen hat.

Allein anderseits ist einleuchtend, daß bei diesem Vorgang die Rotationsgeschwindigkeit der Photosphäre durch die schneller rotirende Atmosphäre eine bedeutende Acceleration erfahren mußte. Diese Wirkung mußte um so stärker sein, je größer die Masse der Atmosphäre und je schneller deren Rotationsbewegung war. Offenbar aber war sowohl die Tiefe der Atmosphäre als auch die Rotationsgeschwindigkeit am größten unter dem Aequator, und nahm von da gegen die Pole hin allmählich ab. Somit müssen wenigstens die oberen Schichten der Photosphäre am Aequator schneller rotiren und mit zunehmender Breite allmählich langsamer. Gerade in diesen Schichten aber bilden sich die Flecken aus. Nichts scheint also naturgemäßer, als daß in den Flecken jene Verschiedenheit der Rotationen sichtbar hervortreten muß, wie wir sie factisch beobachten.

Diese Betrachtungsweise des Vorganges hat sich mir schon vor mehr als zwanzig Jahren aufgedrängt; und die kosmogonische Theorie muß a priori ganz unausweichlich zu diesem Schluß leiten. Indeß war es doch immer nur eine Hypothese. Es war mir deshalb von dem höchsten Interesse, als ich auch eine experimentelle Bestätigung dieser Theorie fand, infolge deren sie wohl allmählich einen höheren Grad von Gewißheit erlangen wird, als einer bloßen Hypothese eigen ist. Diese Bestätigung stammt von dem amerikanischen Astronomen Young, welcher gerade über die Sonne bereits sehr gediegene Arbeiten geliefert hat.

Es ist bekannt, daß man durch das Spektroskop in den Stand gesetzt ist, die Bewegung eines Himmelskörpers in der Sehlinie d. h. von uns weg oder gegen uns hin nachzuweisen und auch quantitativ zu bestimmen. Man hat diese Beobachtungs-Methode schon seit lange auf den Ost- und West-Rand der Sonne angewendet, von denen jener eine Bewegung auf uns zu, dieser aber eine solche von uns weg besitzt. Allein erst Young verwandte hiezu ein Spektroskop von geeigneter Einrichtung und hinreichender Dispersion, um genauere Zahlen für diese Bewegung zu erzielen. Er fand nun, daß die Chromosphäre am Aequator eine absolute Geschwindigkeit = 1·42 englischen Meilen d. h. 2280 Meter besitzt. Wenn wir nun aber diese Geschwindigkeit aus der beobachteten Rotationszeit der Flecken berechnen, so finden wir nur 1·25 engl. Meilen oder 2010 Meter. Es ist somit thatsächlich erwiesen, daß über der eigentlichen Oberfläche der Sonne

Digitized by Google

eine gasförmige Schicht gelagert ist, welche mit einer fast um $^1/_7$ größeren Rotationsgeschwindigkeit um die Axe der Sonne läuft als diese selbst da besitzt, wo sie am schnellsten rotirt. Was ist nun naturgemäßer als anzunehmen, daß diese Schicht eben jene sei, auf deren Existenz unsere kosmogonische Theorie a priori hinweist, und daß eben diese Schicht vermöge der Bewegungs-Ausgleichung mit den darunter liegenden Schichten die Ursache sei, durch welche die Verschiedenheit der Rotationsdauer in verschiedenen heliographischen Breiten herbeigeführt wurde.

Natürlich müssen wir dann auch annehmen, daß die Rotationsdauer von 25 Tagen, welche wir am Aequator beobachten, nicht die eigentliche Rotationszeit der Sonne sei, sondern vielmehr durch den Jahr-Millionen lang anhaltenden Einfluß der Atmosphäre bereits stark alterirt worden ist. Recht wohl möglich wäre es, daß die Rotationsdauer der innersten Theile der Sonne 40 oder 50 Tage betrüge anstatt 25. Die Ausgleichung der Bewegungen wird sicher allmählich noch vollständiger werden, und infolge dessen die Rotationsdauer am Aequator von 25 Tagen vielleicht auf $24^1/_2$ Tage herabkommen. Aber wenn die Bewegungs Größe der Atmosphäre erschöpft sein wird, dann wird umgekehrt durch die Ausgleichung der Bewegung mit den tieferliegenden Schichten allmählich eine Verlangsamung der Rotation eintreten, deren End-Resultat eine gleichmäßige Rotationsdauer von vielleicht 30 oder 35 Tagen durch den ganzen Sonnen-Körper sein muß. Diese Erscheinung wird indeß nicht thatsächlich constatirt werden können; denn sie dürfte wahrscheinlich erst eintreten nach Zeiträumen, welche die Zeitdauer des ganzen Menschengeschlechtes möglicherweise einige hunderttausendmal übersteigen werden.

Anderseits müssen wir aus ganz gleichem Grund annehmen, daß die beobachtete Rotationsdauer der Chromosphäre (= 22 Tage) nicht die der ganzen Sonnen-Atmosphäre sei. Es ist vielmehr nur die Geschwindigkeit der untersten und dichtesten Theile derselben, bei welchen der Geschwindigkeits-Ueberschuß durch den Einfluß der nahen Sonnen-Oberfläche bereits stark abgenommen hat. In höheren Schichten besteht wahrscheinlich eine Rotationsdauer von 10, vielleicht von nur 5 Tagen oder noch weniger. In früheren Perioden aber war diese Geschwindigkeit gewiß noch weit größer. Denken wir uns z. B. einen Theil des Urnebels, welcher in der Gegend des Merkur mit einer dreimal kleineren Geschwindigkeit als dieser Planet um die Sonne sich bewegte, und dann durch das allgemeine Zusammensickern

Digitized by Google

des Nebels dem Mittelpunkt näher gebracht wurde, so würde derselbe infolge der sehr rasch zunehmenden Umlaufs-Geschwindigkeit und der daraus sich ergebenden Fliehkraft nur bis auf $^1/_9$ des Abstandes des Merkur von der Sonne sich dieser nähern können; und die Umlaufszeit wäre daselbst nur = 25 Stunden. Die Abplattung der Sonnen-Atmosphäre müßte also damals sehr stark und die äquatoriale Zone derselben mindestens 9 Sonnenradien hoch gewesen sein. Somit war auch die beschleunigende Wirkung dieses äquatorialen Gürtels auf die Rotation der Sonne in früheren Zeiten viel kräftiger als gegenwärtig. Aber eben dadurch erlitt auch sie ihrerseits eine Retardation, und hierdurch wurde es hinwiederum ermöglicht, daß sie sich tiefer gegen die Sonne senken konnte. Gegenwärtig dürfte der Ueberschuß der Höhe in den äquatorialen Theilen der Sonnen-Atmosphäre gegen die polaren kaum noch mehr als 100 Meilen betragen.

Die Verschiedenheit der Rotationen, welche wir an der Sonne beobachten, wurde also der Hauptsache nach bewirkt durch Ursachen, welche in früheren Perioden weit mächtiger waren als jetzt, und beruht sonach auf einem Beharrungszustand in der einmal eingeleiteten Bewegung. Die sehr geringe, noch jetzt bestehende, äquatoriale Zone der Sonnen-Atmosphäre kann nur noch eine sehr geringe Beschleunigung hinzufügen, bis sie endlich ihren noch restirenden kleinen Ueberschuß an Bewegungsgröße gänzlich wird abgegeben haben. —

Außer der Verschiedenheit in der Rotationsgeschwindigkeit bieten die Sonnenflecken noch andere merkwürdige Erscheinungen, namentlich die Periodicität und die Bewegung der mittleren Fleckenzone gegen den Aequator. Wichtig vor allem ist die Frage nach ihrer eigentlichen Natur und Entstehungsursache. Andere schwierige Fragen von großer Bedeutung wurden durch die reichen Beobachtungs-Resultate der Neuzeit eröffnet. Aber alle diese Fragen sind so innig mit einander verbunden, daß man keine derselben befriedigend lösen kann, ohne auf die anderen Rücksicht zu nehmen. Alle hier in Betracht kommenden Erscheinungen hangen zusammen, oder sind vielmehr nur einzelne Theile und Phasen des einen großen Processes, welcher auf der Sonne sich abspielt. Dieser ist nun noch keineswegs mit der wünschenswerthen Sicherheit und Klarheit in allen Einzelheiten festgestellt; doch kann er in manchen Theilen ziemlich sicher erkannt, in andern wenigstens mit plausiblen Annahmen erreicht werden.

Digitized by Google

Welches aber auch immer die eigentliche Natur der physikalischen Processe sein mag, deren Schauplatz die Sonne ist, so wissen wir doch schon mit Gewißheit, welches das Ende derselben sein wird. Wenn die Ausstrahlung noch viele Jahr-Millionen angedauert haben wird, dann muß die Wärme so weit erschöpft sein, daß die Stoffe, aus denen die Sonne zusammengesetzt ist, nicht mehr in gas- oder dampfförmigem Zustand bestehen können, sondern eine glühflüssige Kugel bilden müssen. Solches trat bei der Erde ein, nachdem sie vielleicht nur ein oder einige Jahrtausende wie eine kleine Sonne geleuchtet hatte; es muß aber auch unausbleiblich eintreten bei der wirklichen Sonne, wenn sie auch durch mehrere hundert Jahr-Millionen den strahlenden Zustand des intensivsten Leuchtens unterhalten könnte. Haben wir also bei unsern geogonischen Betrachtungen ein glühflüssiges Sphäroid angenommen und als gegebenen Anfang vorausgesetzt, so werden wir jetzt dazu geleitet, die Processe noch weiter rückwärts zu verfolgen und zu untersuchen, welche Entwicklungsphasen jenem Stadium vorausgegangen sein mögen. Das wäre nun offenbar an sich eine noch viel schwierigere Aufgabe und ein kühneres Beginnen als der Versuch, die ersten geogonischen Stadien richtig aufzufassen, war; allein anderseits ist dieselbe doch auch wieder wesentlich erleichtert dadurch, daß diese Vorgänge auf der Sonne sich noch gegenwärtig und gleichsam unter unseren Augen abspielen, wenn wir auch allerdings nicht gerade aus großer Nähe dieselben beobachten können.

Wenn wir nun von dem aprioristischen Standpunkte der kosmogonischen Theorie aus die Entwickelung der Sonne betrachten, so möchten wir geneigt sein zu glauben, daß ein solcher Himmelskörper, gleichwie er aus dem Urnebel heraus durch eine sehr langsame, ruhig vor sich gehende Verdichtung gebildet sein wird, ebenso auch in aller Ruhe und Majestät im Zustand der höchsten Entfaltung als Sonne strahlen, und nachher ebenso friedlich wieder den Prozeß der Erkaltung durch allmähliches Ausstrahlen durchmachen und der schließlichen Erstarrung entgegen gehen wird. Allein es scheint, daß in der Natur Nichts sich ganz in Ruhe entwickeln und das Dasein durchmachen solle. Die Resultate der Sonnen-Beobachtungen belehren uns sehr entschieden eines Andern, indem wir unzählbare Vorgänge gleichsam mit ansehen können, welche sich mit der äußersten Heftigkeit abspielen. Die erste Frage, welche sich da aufdrängt, ist somit die: Woher diese Abweichung von dem friedlichen Verlauf der Entwickelungen,

Digitized by Google

und worin mag die eigentliche treibende Ursache dieser Vorgänge zu suchen sein?

Bei einem Himmelskörper nun, welcher wie die Sonne ziemlich vollständig frei ist von nennenswerthen Einflüssen von außen, können die Ursachen von heftigen Bewegungen nicht solche sein, welche direct eine Bewegung im horizontalen Sinne hervorzubringen streben. Dies ist a priori klar, da die Sonne als Kugel im horizontalen Sinne nach allen Richtungen symmetrisch ist, und folglich keine directen Ursachen für heftige horizontale Bewegungen bestehen können, eben weil kein Grund denkbar ist, weshalb dieselben nach einer bestimmten Richtung eher als nach einer andern treiben sollten. Die einzige horizontal wirkende Kraft kann in der Rotation ihre Ursache haben; und deren Wirkung dürfte in den bereits besprochenen Erscheinungen der Rotationsgeschwindigkeit sich erschöpfen.

Die Hauptursachen, welche die Ruhe auf der Sonne stören, können sonach nur solche sein, welche verticale Bewegungen direct hervorbringen. So haben wir ja auch bei Betrachtung der Entwickelung unserer Erde gesehen, daß die sehr heftigen Bewegungen in der Ur-Atmosphäre auf solchen Ursachen beruhten. Da auf der Sonne alle Verhältnisse weit intensiver und großartiger ausgebildet sind als auf der Erde, so ist es schon a priori sehr wahrscheinlich, daß dort ähnliche Stürme aber von weit größerer Heftigkeit sich entwickeln müssen.

Indessen ist die Sache doch nicht so einfach. Bereits oben wurde ein Princip erwähnt (S. 81 fin.), nach welchem eine Gas- oder Dampfmasse im stabilen Gleichgewicht sich befindet, wenn die in gleichen Massen enthaltene Wärmemenge von unten gegen oben überall zunimmt. Nun ist aber klar, daß der Druck, unter dessen Einfluß die in einem kosmischen Gasball latente Wärme frei und gleichsam ausgepreßt wird, von der Oberfläche an bis zum Centrum in sehr starkem Verhältniß und stetig zunimmt. Es kann also kein Zweifel bestehen, daß vom ersten Ursprung der anfangenden Verdichtung an bis zu den gegenwärtigen Zeiten die den mehr centralen Theilen eigene Wärme energischer ausgetrieben wurde, als die den höheren Schichten angehörige. Consequent muß also auch im allgemeinen die in gleichen Massen enthaltene Wärme (man könnte sagen: die „specifische Wärmemenge") von der Oberfläche bis zum Centrum stetig abnehmen. Sonach müßten wir also auch nach physikalischen Principien schließen, daß auf der Sonne stabiles Gleichgewicht und

Digitized by Google

somit ewige Ruhe herrschen müsse. Wie weit hätten wir aber mit einer solchen Ansicht neben das Ziel getroffen!

Doch es ist leicht einzusehen, daß hierbei wenigstens ein wesentlicher Umstand nicht mitberücksichtigt wurde, nämlich der verschiedene Grad der Leichtigkeit der Ausstrahlung. Offenbar können die höchsten Schichten weit leichter durch Ausstrahlung ihre Wärme abgeben, als die in der Tiefe liegenden. An der äußersten Grenze der Sonnenmasse besteht wegen der Strahlung gegen den Weltraum eine Art Discontinuität der Temperatur, und deshalb muß daselbst eine energischere Abkühlung der Schichten stattfinden. Die specifische Wärmemenge wird also daselbst vermindert, und wird auch geringer werden als die der tiefer liegenden Schichten. Damit ist aber offenbar die Bedingung für ein labiles Gleichgewicht im verticalen Sinne gegeben. Die obersten erkalteten Schichten senken sich abwärts. Da sie hierbei einem zunehmenden Druck unterliegen und ihr Wärmeinhalt geringer ist, als jener der umliegenden Massen, so werden sie dichter sein als diese, und die abwärts gerichtete Bewegung wird eine beschleunigte und dem entsprechend eine heftige sein; und sie müssen sinken, bis sie Schichten von größerer Dichte treffen. An ihrer Stelle aber werden andere Massen an die Oberfläche emporgehoben.

Solche Vorgänge werden stattfinden überall wo eine obere Grenze einer horizontalen Schichte besteht. Zunächst also in der Chromosphäre. Wohl noch stärker werden sie bestehen in der darunter liegenden schwereren Schichte von Metalldämpfen. Am intensivsten aber sind sie in der unter dieser liegenden Photosphäre, weil nämlich an deren Oberfläche die Strahlung (wegen des weit stärkeren Strahlungsvermögens der dortigen Massen) ohne Vergleich kräftiger ist als an den äußeren Flächen der anderen Schichten. Und hier sind sie mit einer Erscheinung verbunden, welche für die teleologische Wirksamkeit der Sonne von der höchsten Wichtigkeit ist.

Die abgekühlten Massen senken sich nämlich an der Grenze der Photosphäre nicht in durchaus gasförmigem Zustand, sondern ein großer Theil der Dämpfe wird eben durch die Abkühlung condensirt und bildet Tropfen. Es muß also aus den höchsten Schichten gegen unten „regnen“ oder wenigstens „nebelreißen“, ganz ähnlich, wie wir das früher bei Betrachtung der Erde gesehen haben (vgl. S. 82). Allein auf der Sonne regnet es nicht Wasser, sondern geschmolzenen Kohlenstoff, Bor und Silicium. Diese Stoffe können wir bekanntlich mit unseren Heizmitteln gar nicht zum Verdampfen bringen, die bei-

Digitized by Google

den ersten auch nicht zum Schmelzen, während Silicium nur sehr schwer schmelzbar ist. Auf der Sonne aber werden unter einer Temperatur von vielleicht 80000° diese Stoffe in Dampfform gegen die Oberfläche steigen; und indem sie durch die dabei eintretende Ausdehnung und durch Ausstrahlung auf etwa 60000° herabkommen, werden sie trotz dieses Hitzgrades infolge des enormen Druckes, welcher dort mehrere hundert tausend und vielleicht über eine Million Atmosphären betragen muß, wenigstens theilweise condensirt. Es ist nun aber bekannt, daß feste oder flüssige Substanzen bei hohen Temperaturen ein unvergleichlich stärkeres Strahlungsvermögen besitzen als gasförmige Stoffe. Alle unsere künstlichen Beleuchtungsmittel beruhen ja eben auf der Lichtausstrahlung glühender fester Stoffe; und auch die leuchtenden Flammen leuchten eigentlich nur insofern, als Molekeln von Kohlenstoff in der Hitze der Flamme zum Glühen gebracht werden.

Man weiß nun, daß die Intensität dieser Strahlung mit der Temperatur in einem bedeutend rascheren Verhältniß zunimmt. Die Petroleumflamme hat vielleicht eine 6mal größere Leuchtkraft als eine Kerzenflamme, weil ihre Temperatur um einige hundert Grad höher ist. Geschmolzenes Platin strahlt im Vergleich mit geschmolzenem Silber oder Kupfer mit einem fast unerträglichen Glanz, weil die Temperatur um etwa 800° höher ist. Welchen Glanz wird dann also eine Flamme haben, in welcher die glühenden lichtausstrahlenden Theilchen auf einer Temperatur von ca. 60000° erhalten werden?! Die enorm intensive Strahlung der Sonne findet so eine ganz naturgemäße Erklärung [1]). Aber sie ist auch nur möglich unter solchen physikalischen Verhältnissen, wie sie auf der Sonne herrschen, wo ein Druck von vielleicht 1 Million Atmosphären die Dämpfe bei einer so hohen Temperatur zwingt, sich zu Tröpfchen zu condensiren. Wie man sieht, erreicht auch hier — wie immer — die Natur, oder vielmehr der Schöpfer der Natur, mit den einfachsten Mitteln wunderbare Wirkungen, welche in keiner andern Weise erzielt werden könnten.

---

[1]) Nach Langley ist die specifische Strahlung der Sonne trotz der Absorption in der Sonnen-Atmosphäre und in der unsrigen in Hinsicht auf optische Wirkung 5300 mal intensiver als die des hellen Bessemer-Metalles (ohne diese Absorptionen wäre sie also fast 100000 mal stärker). Die thermische Kraft der Strahlen (sofern sie nämlich auf die Thermosäule einwirken,) ist dagegen nur einige hundertmal kräftiger.

Digitized by Google

Daß die in der Photosphäre leuchtenden Stoffe gerade Kohlenstoff, Bor und Silicium seien, schließen wir daraus, daß im Sonnen-Spectrum die Linien dieser Stoffe fehlen. Würden diese Stoffe nicht condensirt, und ihre Dämpfe wären mit den andern Metall-Dämpfen der umkehrenden Schicht vermischt, dann müßten nothwendig auch die ihnen entsprechenden Spectrallinien auftreten. Es liegt übrigens auch ganz in der Natur der Sache, daß die am allerschwersten verflüchtigbaren Stoffe vor allen andern condensirt werden.

Nachdem nun die Licht und Hitze sprühenden Wolkenmassen ihre so segensreiche Energie in den Weltraum ausgestrahlt und sich verhältnißmäßig stark abgekühlt haben, werden sie dunkler und schwerer. Deshalb sinken sie abwärts, und andere Dampfmassen steigen aus den Tiefen empor, um den Glanz der Sonne zu unterhalten. In der Tiefe von einigen tausend Meilen erlangen auch die gesunkenen Massen wieder eine so intensive Heizung, daß sie aufs neue den Kreislauf durchmachen können.

Die aus der Tiefe aufsteigenden Dampfmassen nun bilden das, was wir als die hellen Körner der Sonnen-Oberfläche wahrnehmen, welche von einigen Beobachtern mit Reiskörnern, von andern mit Weidenblättern verglichen werden. Die abgekühlten Massen aber sinken zwischen diesen hinab und bilden so das etwas dunklere „Netzwerk der Photosphäre". Beides zusammen bildet das, was wir als „Granulation" bezeichnen. Natürlich sind aber jene hellen Körner nicht runde oder platte Wolkenmassen; sondern es sind vielmehr nur die obersten Kuppen von verticalstehenden langen Säulen aufsteigender Dampfmassen. Der ganze Proceß dieses Kreislaufes ist aber keineswegs so ruhig und friedlich, wie eine oberflächliche Beobachtung der Sonne glauben lassen könnte, sondern im allgemeinen sehr heftig. Und das ist sehr leicht erklärlich daraus, daß dort nicht nur gewaltige Kräfte im Spiel sind, sondern daß dieselben auch sehr große Weglängen von über 1000 Meilen hindurch ungestört und stetig einwirken können.

In der Circulation der photosphärischen Massen, welche von der Oberfläche her eingeleitet wird, haben wir eine starke Analogie gefunden mit den Bewegungen, welche in der Urzeit auf unserer Erde in den höchsten Schichten der damaligen Dampf-Atmosphäre sich vollzogen. Wir sahen nun aber, daß auf der Erde neben jenen Gleichgewichtsstörungen von oben noch weit heftigere von unten statt fanden infolge der intensiven Heizung von unten durch den glüh-

Digitized by Google

flüssigen Kern (cf. S. 81 u. 89). Die Frage liegt deshalb sehr nahe, ob nicht auch auf der Sonne etwas Aehnliches stattfinde. Dies könnte ausgeschlossen scheinen, da die Sonne, wie man gewöhnlich annimmt, im Inneren durchaus in gasförmigem Zustand sich befindet, oder doch die Existenz eines glühflüssigen Sonnenkernes ganz ungewiß ist. Dennoch ist es ziemlich sicher, daß auf der Sonne solche Vorgänge sich abspielen.

Zunächst finden wir doch durch Beobachtungen an der Sonne gewisse Schichtungsverhältnisse, welche eine Heizung von unten mit sich bringen müssen, ganz ähnlich, wie es auf der Erde stattfand. Der Wasserstoff der Chromosphäre lagert nämlich trotz des gasförmigen Zustandes im allgemeinen ziemlich unvermischt über der darunter befindlichen, wohl 40- bis 100mal dichteren Schichte von Metalldämpfen, indem eben die große Verschiedenheit der specifischen Schwere der Diffusion entgegenwirkt. Die weit stärkere Verdichtung der unteren Dampfschichten bringt es auch mit sich, daß die Temperatur schon aus diesem Grund eine weit höhere sein wird. Sonach ist die Wasserstoff-Atmosphäre beständig von oben einer Abkühlung durch Ausstrahlung und von unten einer intensiven Heizung durch die um wohl 10—20000° heißeren Metalldämpfe ausgesetzt. Deshalb muß in derselben das Gleichgewicht permanent labil sein; oder vielmehr der Wasserstoff ist unaufhörlich in der heftigsten Bewegung auf- und abwärts. Die unten erhitzten Massen schnellen in die Höhe und werden dabei über die Grenze des permanent glühenden Wasserstoffs emporgeschleudert; und nach der Abkühlung eilen sie wieder mit zunehmender Beschleunigung abwärts. Der leichte Wasserstoff muß also beständig gleichsam den Spielball abgeben, welcher durch die Hitze von unten und durch die Abkühlung von oben in steter Bewegung erhalten wird und eben dadurch die Abführung der Wärme von innen gegen außen zum großen Theil vermittelt. Das Aussehen der Chromosphäre, wonach sie gegen oben aus zahllosen spitzen Feuer-Zungen zu bestehen scheint, ist hiernach leicht zu erklären.

Ganz ähnliche Vorgänge werden sich an der unteren Grenze der schweren Schicht von Metalldämpfen abspielen, da wo sie auf der Photosphäre aufliegt. Das Spiel wird aber vielleicht weniger energisch sein, weil der Unterschied der Dichten gegen die Photosphäre ein geringerer ist, und auch weil die Abkühlung in der Höhe nur mittelst Ausstrahlung durch die Chromosphäre oder mittelst Abführung durch die Bewegung derselben stattfinden kann. Doch wird es auch

Digitized by Google

da heftige Eruptionen geben, durch welche die glühenden Metalldämpfe hoch in die Chromosphäre hinein geschleudert werden. Das entspricht nun auch vollkommen den Beobachtungen, da man sehr oft wahrnimmt, daß die hellen Spectrallinien der Metalldämpfe bis hoch in die Chromosphäre hinein sichtbar sind.

Die heftigste Wirkung wird auftreten, wenn diese beiden Bewegungen sich verbinden. Wenn nämlich in der zuletzt angegebenen Weise große Massen glühender Metalldämpfe mehrere hundert Meilen hoch in die Chromosphäre hinein geschleudert werden, dann wird eben dadurch an dieser Stelle der Wasserstoff in weit heftigerer Weise erhitzt, als es durch das bloße Auflagern auf den Metalldämpfen geschehen könnte. Es wird kaum zu hoch gegriffen sein, wenn wir annehmen, daß diese Wasserstoffmassen ziemlich plötzlich auf eine fast doppelt so hohe Temperatur gebracht werden können, als sie vorher besaßen. Die Wirkung einer solchen Heizung geht dann weit über das gewöhnliche Maaß der Flammenspitzen hinaus. Der Wasserstoff wird dann bis zu enormen Höhen emporgetrieben und bildet eben dadurch die „Wasserstoff-Protuberanzen".

Diese so merkwürdigen Erscheinungen sind allerdings noch weit davon entfernt, eine so vollständige Erklärung gefunden zu haben, wie so viele andere physikalische Phänomene; im Gegentheil es fehlt noch fast gänzlich an einer eigentlichen Erklärung. Jedenfalls ist indeß eine gewisse Vorstellung, welche hierüber ziemlich allgemein Eingang gefunden hat, vollständig verfehlt, nämlich die Vorstellung von einer wirklichen Explosion. Es scheint, daß man sich zu sehr von einer Art fixer Idee beherrschen ließ, daß so enorme Geschwindigkeiten in keiner andern Weise entstehen könnten als durch das Mittel, mit welchem wir die größten Geschwindigkeiten hervorbringen, nämlich durch eine Explosion ähnlich der einer Kanone. Man hat indeß bis jetzt vergeblich auf der Sonne nach Umständen gesucht, welche eine eigentliche Explosion auch nur als möglich erscheinen lassen könnten.

Die wirkliche Erklärung ist jedenfalls in einer ganz anderen Richtung zu suchen; und sehr wahrscheinlich ist die treibende Kraft bei dieser Erscheinung keine andere, als eben jener verticale Auftrieb von Gasmassen, welche stark über die umgebenden Massen erhitzt sind [1]). Nehmen wir Rücksicht darauf, daß infolge der 28mal

[1]) Diese Ansicht habe ich bereits vor 13—14 Jahren in einem Brief an Prof. Fr. Zöllner ausgesprochen; angedeutet wurde sie auch in Nat. u. Offenb., J. 1884, S. 359.

Digitized by Google

stärkeren Schwerkraft auf der Sonne auch jener Auftrieb 28mal stärker sein muß als unter sonst gleichen Umständen auf der Erde, und daß diese Kraft auf der Sonne stetig wirkt durch enorm große Weglängen, dann werden wir finden, daß auch so fabelhafte Geschwindigkeiten von 10 bis 20 und mehr (geogr.) Meilen recht gut hervorgebracht werden könnten auch ohne eine Ursache, welche als eigentliche Explosion bezeichnet werden könnte.

Wollten wir, um uns hierüber Gewißheit zu verschaffen, eine genaue Rechnung durchführen, so würde das auf unübersteigliche Hindernisse stoßen, theils weil die physikalischen Verhältnisse auf der Sonne und auch die für solche geltenden Gesetze nicht hinreichend bekannt sind, theils weil die Theorie der Rechnung selbst sehr schwierig sein würde, selbst wenn jene bekannt wären. Wir können aber die gegebenen Verhältnisse etwas vereinfacht darstellen und dann leicht mit einer elementaren Rechnung zum Ziel kommen. Bleiben wir bei der oben als möglich hingestellten Annahme, daß eine große Masse Wasserstoff durch die Vermischung mit den eindringenden Metalldämpfen etwa auf das Doppelte von seiner vorher besessenen (absoluten) Temperatur gebracht werden könne, dann würde nach dem Gay-Lussac'schen Gesetz das Volumen verdoppelt werden. Indeß wollen wir eine geringere Erhitzung im Verhältniß 12 : 10, somit um etwa 4- bis 8000° voraussetzen. Das Volumen würde dann gleichfalls im Verhältnis 12 : 10 größer werden. Wir sahen, nun schon, daß das Gay-Lussac'sche Gesetz nicht genau sein kann, und für hohe Temperaturen ein zu kleines Volumen ergibt. Somit wird auch die Ausdehnung in einem stärkeren Verhältniß erfolgen. Allein indem die Masse emporsteigt, erkaltet sie (trotz der Condensation der darin enthaltenen Metalldämpfe) etwas rascher als die umgebenden Massen, und folglich wird das Verhältniß der Volume allmählich etwas kleiner. Wir können also der Vereinfachung halber doch annehmen, daß das Volum-Verhältniß 12 : 10 zu einer gleichen Masse der Umgebung durch eine ansehnliche Weglänge im Mittel constant beibehalten werde — etwa durch 3000 geogr. Meilen, da ja die heftigeren Protuberanzen noch 6mal bis 20mal höher steigen.

Aus dem Volum-Verhältnis 12 : 10 folgt nun, daß die Masse einen Auftrieb besitze, welcher $^2/_{10}$ ihres Gewichtes beträgt. Wird aber eine Masse durch einen Weg von 3000 Meilen von einer Kraft getrieben, welche $^2/_{10}$ ihrer Schwere auf der Sonne gleich ist, dann kann die resultirende Geschwindigkeit leicht berechnet werden nach der Formel

Digitized by Google

$v^2 = 2.\gamma.S$, in unserem Fall $v^2 = 2.{}^2/_{10}.28.9\cdot 8.3000.7420$, woraus folgt $v = 49500^m = 6\cdot 65$ oder $6^2/_3$ Meilen, was schon eine sehr respectable Geschwindigkeit ist.

Der Widerstand der höheren Schichten würde dieselbe zwar sehr vermindern; allein in Wirklichkeit kommen noch andere Factoren hinzu, durch welche die Wirkung sehr bedeutend erhöht wird. Denn zunächst ist ja mit der Höhe von 3000 Meilen die Bewegung nicht abgeschlossen, sondern sie geht bis zum 5fachen, ja in sehr heftigen Protuberanzen bis zum 20fachen dieser Höhe. Folglich wird sich auch die Beschleunigung weiter erstrecken und die Geschwindigkeit noch zunehmen, bis sie endlich in den größten Höhen erschöpft wird. Ueberdies aber — was weit wichtiger ist — steigen die Massen nicht wie eine isolirte Blase in die Höhe, sondern wie ein langer feuriger Strom. Sie üben nämlich wegen ihrer geringeren Schwere einen schwächeren Druck gegen unten aus, und folglich wird der gewaltige aërostatische Druck, welcher an der Basis der Erscheinung herrscht, überwiegen und neue Massen nachtreiben. Und dies wird sich in stetig wachsender Intensität fortsetzen, je höher die Massen steigen, bis schließlich die ganze lange Wegstrecke mit diesen leichteren glühenden Gasen angefüllt ist. Erst wenn die nachrückenden Gasmassen nicht mehr hinreichend überhitzt sind, wird die Bewegung allmählich ersterben. In dieser Weise erklärt sich sehr einfach die Gestalt von langen feurigen Strichen, in welcher die Protuberanzen gewöhnlich aufschießen. Allein es folgt auch daraus, daß die treibende Kraft eine überaus energische sein muß. Es ist nämlich dann nicht mehr der locale aërostatische Druck, welcher den Auftrieb hervorbringt, sondern es ist der immense Druck, der in der Tiefe herrscht, welcher vermittelst des leichten aufsteigenden Gasstromes in Kampf kommt mit dem Druck, welcher in den höheren Regionen herrscht. Gemäß der bekannten rapiden Abnahme des Druckes mit der Höhe, wird dieser obere Druck oft nur ein kleiner Bruchtheil des unteren sein, bis $^1/_{100}$ oder noch weit weniger. Kein Wunder, daß ein so gewaltiger Ueberdruck alle Schichten gegen oben mit einer Leichtigkeit durchbricht, gleichsam als ob sie nicht vorhanden wären. Nach deren Durchbrechung kann aber die theoretische Geschwindigkeit fast in ihrem vollen Werth zur Geltung kommen.

Um nun diese Wirkung auch einigermaßen quantitativ schätzen zu können, bleiben wir bei der Annahme des Druck-Verhältnisses $= 1:100$, und (wie oben) des Ueberheizungs-Verhältnisses $= 12:10$.

Digitized by Google

Unter solchen Umständen wird die auftreibende Kraft $100.5:6 = 83^1/_3$ mal stärker sein, als der oben in Rechnung gebrachte einfache locale Auftrieb in dieser Höhe. Allein in geringeren Höhen ist diese Kraft bedeutend schwächer, z. B. in 1000 Meilen etwa 5mal, in 2000 Meilen Höhe gegen 23mal stärker als der einfache Auftrieb; und diese Veränderlichkeit der Kraft genau in Rechnung zu ziehen, geht auch über die Kräfte der höheren Analysis. Eine angenäherte Rechnung ergibt aber, daß die resultirende Geschwindigkeit ca. 5mal größer sein muß als der einfache Auftrieb ergab. Somit erhalten wir gegen 33 Meilen als die in der Höhe von 3000 Meilen erreichte Geschwindigkeit. In größerer Höhe kann die Beschleunigung noch zunehmen, sofern der Temperatur-Ueberschuß des aufsteigenden Stromes nicht zu gering wird; und wir sehen sonach, daß wir auch das Maximum der je an Protuberanzen beobachteten Geschwindigkeiten (ca. 40 Meilen) ganz einfach nach bekannten Naturgesetzen aus den der Sonne eigenen Verhältnissen ableiten können, ohne abenteuerliche Vorstellungen von Explosionen 2c. zu Hilfe zu nehmen.

Wollen wir aber die Erscheinung mit einem irdischen Vorgang vergleichen, so finden wir nur die Eruptionen des Geysir, welche in Hinsicht auf die Theorie wirklich eine große Aehnlichkeit mit den Protuberanzen haben, wenn sie auch in Bezug auf die Natur des Stoffes und auf die Eruptionsgeschwindigkeit unvergleichlich weit hinter diesen zurückbleiben. Neben diesen sind auch die Ausbrüche unserer Vulkane in Hinsicht auf ihre Theorie jenen Vorgängen auf der Sonne sehr verwandt, weit mehr als nach dem Aeußeren der Erscheinung vermuthet werden möchte (m. vgl. über den Krakatoa-Ausbruch Nat. u. Offenb. Jahrg. 1884. S. 357—359).

Konnten wir die erwähnten Erscheinungen auf Gleichgewichtsstörungen von unten zurückführen, welche theils an der unteren Grenze der Chromosphäre, theils an der Grenze zwischen der umkehrenden Schicht und der Photosphäre ihren Ursprung haben, so bietet sich nun ganz naturgemäß die Frage dar, ob nicht auch in noch größeren Tiefen ähnliche Vorgänge stattfinden. Und in der That sprechen zahlreiche Erscheinungen dafür, daß solche gewaltsame Störungen auch aus weit größeren Tiefen von innen heraus anzunehmen seien. Allerdings werden wir da von den directen Beobachtungen im Stich gelassen, da diese nur bis zur äußeren Oberfläche der Photosphäre reichen und folglich eine thatsächliche Schichtenlagerung tiefer im Inneren uns nicht wahrnehmen lassen können. Aber auch in der

Digitized by Google

Idee selbst ist es nicht leicht, sich eine Vorstellung zu machen von einer weiteren Schichtenlagerung in der Sonne, da die Metalldämpfe der Photosphäre bereits die dichtesten Dampfmassen sein werden, die wir dort annehmen können. Indessen sehen wir doch leicht ein, daß eine weiter gehende Schichtenbildung in Kugelflächen, welche mit der Sonne concentrisch sind, recht wohl möglich wäre. Und wenn es Erscheinungen gäbe, welche in keiner andern Weise genügend erklärt werden könnten, als unter solcher Voraussetzung, dann müßten wir schließen, daß diese Annahme auch der Wirklichkeit entsprechend sei.

Allein noch mehr. Auch wenn eine solche weitere Schichtenbildung nicht vorhanden sein sollte — was wir nicht mit Gewißheit entscheiden können —, so leitet eine eingehendere Erwägung der Verhältnisse doch zu dem Schluß, daß solche gewaltsame Gleichgewichtsstörungen von unten auch in größeren Tiefen eintreten können, — vielleicht auch müssen — nicht anders, als ob eine dichtere heißere Schicht, welche tiefer liegt, die höheren Schichten von unten heizen würde.

Es ist einmal mit dem verticalen Gleichgewicht großer Gasmassen eine eigenthümliche Sache, und die Aufstellung der Bedingungen, unter welchen ein permanentes stabiles Gleichgewicht besteht, ist nicht so einfach wie man glauben sollte. Nach den einfachen Gesetzen der Mechanik könnte man geneigt sein anzunehmen, ein Gas müsse dann im stabilen Gleichgewicht sein, wenn die Dichte desselben gegen unten stetig zunimmt. Allein diese erste Auffassungsweise der Verhältnisse ist sicher ungenügend; und die Cyklonen, Tornados, Teifune, Sand- und Wasserhosen überzeugen uns energisch von der Mangelhaftigkeit einer solchen Theorie.

Der Störefried hierbei ist ein Agens, welches in der „Mechanik" (im engeren Sinn) keinen Platz findet — ein Imponderabile —, die Wärme. Wenn nämlich die Gasmassen der unteren Schichten mehr Wärme auf gleiche Masse enthalten als die oberen, dann kann infolge des Druckes der oberen Schichten auf die unteren doch die Dichte in diesen wohl größer sein als in jenen. Es kann sonach Gleichgewicht bestehen und sogar längere Zeit anhalten. Ja in der Natur ereignen sich solche Fälle sehr oft, z. B. bei den Luftspiegelungen, fata morgana ꝛc. Allein das Gleichgewicht ist dennoch blos ein vorübergehendes labiles. Denn angenommen, eine Portion des Gases werde etwas gehoben, so dehnt sie sich aus; und weil sie

Digitized by Google

mehr Wärme enthält als die Schichte, in welche sie gehoben wird, so muß sie leichter werden als diese. Bei einer solchen kleinen Bewegung entwickelt sich also nicht blos keine Kraft, welche die Bewegung rückgängig machte, sondern vielmehr eine solche, welche die eingeleitete Bewegung im gleichen Sinne fortsetzt und verstärkt. Darin besteht aber gerade das wesentliche Merkmal des labilen Gleichgewichts.

Nun aber haben wir bereits gesehen, daß in einem kosmischen Gasball, wie die Sonne ist, die tieferen Schichten weniger Wärme — oder eine geringere specifische Wärmemenge — enthalten als die höheren. Die Bedingung ist also erfüllt, und es sollte stabiles Gleichgewicht sein. Und dennoch ist das Gleichgewicht nicht gesichert. Der Störefried ist aber wieder die Wärme.

Allerdings muß unter den gegebenen Bedingungen ein stabiles Gleichgewicht im mechanischen Sinne stattfinden; allein die Wärme bewirkt, daß dasselbe allmählich von selbst in ein labiles übergeht. Die Wärme strebt nämlich, ähnlich wie auch der wägbare Stoff, nach einer Gleichgewichtslage. Allein diese besteht nicht darin, daß die specifische Wärmemenge überall gleich sei, sondern darin, daß die Temperatur in allen Theilen die gleiche sei. Nun haben aber die mehr centralen Theile der Sonne trotz ihrer geringeren specifischen Wärmemenge unzweifelhaft eine fast unvergleichlich höhere Temperatur als die äußeren Schichten. Folglich muß nothwendig beständig eine große Menge Wärme aus dem Innern der Sonne gegen die Oberfläche hin aufsteigen; und somit gibt es auch im Innern der Sonne eine kräftige Heizung von unten.

Nun könnte man freilich denken, wenn in größeren Tiefen auf der Sonne eine scharf gesonderte Schichtung fehlt — wie es am Ende doch wahrscheinlich ist —, dann könnte jene Ueberführung der Wärme ganz allmählich durch langsame Leitung ruhig und friedlich vor sich gehen. Und in der That wird das auch bis zu einem gewissen Grad sich so verhalten. Denn ohne eine solche Annahme wäre schon für die oben (S. 134) beschriebene Circulation in der Photosphäre kaum eine genügende physikalische Erklärung zu finden. Die an der Oberfläche abgekühlten und dann abwärts gesunkenen Massen werden allerdings eo ipso wieder heißer; allein damit sie so stark geheizt würden, daß sie wieder mit ihrem früheren Wärmegehalt an der Oberfläche erscheinen können, dazu reichen die tieferen Schichten aus sich nicht hin, eben weil dieselben eine geringere specifische Wärmemenge haben als die etwas

Digitized by Google

höheren Schichten; diese stärkere Heizung ist somit nur erklärbar, wenn wir eine stetige Wärmezufuhr aus dem Inneren annehmen.

Allein es scheint, daß diese aufwärts gerichtete Strömung der Wärme nicht damit erschöpft wird, daß sie jene oberflächliche Circulation der Photosphäre zu unterhalten hilft; sondern sie wird stellenweise auch eine stärkere Heizung bewirken, welche nicht sofort durch eine Circulation der Massen nach oben ausgeglichen wird. So wird sich dann daselbst eine Schichte in größerer Tiefe ausbilden, deren specifische Wärmemenge allmählich größer wird als die der darüber liegenden Schichten. Damit ist dann das stabile Gleichgewicht in ein labiles verwandelt. Dieses nun kann längere Zeit bestehen bleiben, da tief im Inneren der Sonne kaum störende mechanische Ursachen vorkommen, welche den erforderlichen Impuls zur Einleitung der Bewegung geben könnten. Aber je länger die Zeit der Ruhe ist, desto mehr Wärme wird sich ansammeln, und desto heftiger wird nachher der Ausbruch der Bewegung werden. Von der Beschaffenheit der darüber liegenden Schichten wird es aber abhängen, welche Wirkung das heftige Aufstoßen von unten haben wird. Wenn diese Schichten sehr hoch sind, und namentlich wenn in denselben die Temperatur-Abnahme mit der Höhe verhältnißmäßig gering ist, dann wird sich die Bewegung noch innerhalb dieser Schichten erschöpfen; und an der Oberfläche wird nichts bemerkt werden als nur ein stärkeres Emporheben der Photosphäre an dieser Stelle, d. h. eine stärkere Entwicklung von Fackeln. Sind aber die Schichten weniger hoch, und ist gleichzeitig die Temperatur-Abnahme mit der Höhe eine stärkere, dann bricht die Bewegung durch, und heftige Eruptionen von glühenden Metalldämpfen schießen hoch über das Niveau der Photosphäre empor.

Dies sind dann die von P. Secchi so benannten metallischen Protuberanzen. Dieselben entstehen also in ganz ähnlicher Weise und durch die gleichen Kräfte wie die Wasserstoff-Protuberanzen; nur kommen sie aus weit größeren Tiefen, und deshalb bestehen sie auch vorzugsweise aus Metalldämpfen. Und eben weil sie aus großen Tiefen kommen, so ist leicht erklärbar, daß sie trotz der eigenen Schwere und trotz der großen Widerstände, welche sie zu überwinden haben, doch infolge des unten herrschenden immensen Druckes von vielleicht 10 bis 20 Millionen Atmosphären, nachdem einmal jene Widerstände überwunden sind, mit einer enormen Geschwindigkeit aus der Photosphäre emporsteigen. Die thatsächlich beobachteten Ge-

Digitized by Google

schwindigkeiten von 10 bis 40 Meilen haben sonach gar nichts unerklärliches mehr. Aber eben aus der großen Heftigkeit sowohl der wirksamen Ursachen als auch der entgegenstehenden Kräfte erklärt es sich, daß diese Processe gewöhnlich weit rascher sich abspielen, als die Erscheinungen der Wasserstoff-Protuberanzen. Es gibt da keine wolkenförmigen Protuberanzen wie bei diesen, welche lange Zeit in der Sonnen-Atmosphäre schweben bleiben, sondern es sind gewöhnlich nur Strahlen, welche aufschießen und dann wieder niederfallen; und sobald der Wärme-Ueberschuß der aufsteigenden Massen nicht mehr so groß ist, daß er die dynamische Abkühlung beim Aufsteigen und den Widerstand der Schichten nebst der eigenen Schwere überwinden kann, dann ist das Ende der ganzen Erscheinung an dieser Stelle schnell erreicht.

Die metallischen Eruptionen steigen also infolge der großen Geschwindigkeit bis zu sehr bedeutenden Höhen empor, sogar bis zur Höhe des halben Sonnen-Radius; und ihre Temperatur ist so enorm hoch, daß sie trotz der äußerst energischen dynamischen Abkühlung, welche beim Aufsteigen durch die Ausdehnung bewirkt wird, dennoch auch in den größten Höhen noch glühend bleiben und helle Spectral-Linien zeigen. Allein indem dann noch die kräftige Ausstrahlung dazu kommt, nimmt ihr Wärmegehalt und damit ihre Leuchtkraft doch bedeutend ab. Diese Erscheinung zeigt sich sehr schön im Spectroskop, indem diese Eruptionen gewöhnlich in der Form von hohen parabolischen Bogen sich darstellen, bei denen der aufsteigende Ast weit heller ist als der absteigende. Die Abkühlung ist so energisch, daß sie niederfallend wieder bis zu derselben Tiefe gelangen würden, aus welcher sie emporgetrieben wurden. Allein diese Rückwärtsbewegung geht bei weitem langsamer von Statten, weil da kein gewaltsamer Druck die Massen treibt, sondern nur das eigene Gewicht. Die Dampfmassen fallen also langsam durch die Atmosphäre, Chromosphäre und umkehrende Schicht zurück zur Photosphäre. Durch die großen Massen kühlerer Metalldämpfe wird diese gleichfalls etwas abgekühlt und gleichzeitig niedergedrückt. Schließlich wird sie ganz durchbrochen und damit ist dann ein „Sonnenflecken" gebildet.

Die Oeffnung in der Photosphäre ist anfangs klein; allein es kommen mehrere Umstände zusammen, durch welche die Erscheinung an Größe bedeutend zunehmen kann. Denn zunächst wird die trichterförmige Vertiefung in der Photosphäre zur Folge haben, daß auch andere Metalldämpfe, welche in der Nachbarschaft in abgekühltem

Digitized by Google

Zustand herabgefallen sind, in derselben zusammen fließen; und ferner, die vereinten Massen dringen wieder bis zu großen Tiefen in das Innere der Sonne, und infolge davon werden neue Massen emporgetrieben. Namentlich werden dann solche Massen emporsteigen, welche bereits im Zustand des labilen Gleichgewichtes sich befinden und nur eines Impulses bedürfen, um in die heftigste Bewegung gegen oben zu gerathen. Es werden also um den Flecken neue Metall-Protuberanzen sich bilden; und diese werden ihrerseits die emporgeschleuderten und dann abgekühlten Massen wieder vorzugsweise dem Centrum des Fleckens zuführen. Manche derselben werden aber auch neue kleine Flecken in der Nachbarschaft bilden, wenn sie in zu großer Distanz von dem Hauptflecken niedersinken.

Diese Erklärung stimmt sehr gut mit der durch die Beobachtungen erwiesenen Thatsache, daß die metallischen Eruptionen gerade vorzugsweise in der Umgebung um größere Flecken herum auftreten, ja daß überhaupt die Flecken nur in jenen Zonen der Sonne auftreten, in welchen auch metallische Eruptionen stattfinden. In höheren Breiten über den 40.° hinaus gibt es keine metallischen Eruptionen mehr oder doch nur ganz ausnahmsweise; und es fehlen daselbst auch die Flecken. Dagegen fällt die Zone der größten Activität in Bezug auf metallische Eruptionen zusammen mit der Zone der stärksten Fleckenbildung. — Auch die Fackeln treten vorzugsweise häufig auf in der Umgebung von größeren Flecken; und auch das erklärt sich leicht daraus, daß die in der Mitte des Kernes sinkenden Massen in der Tiefe auch solche Dämpfe aufwühlen und emportreiben, deren Ueberheizung und Energie zu gering ist, als daß sie gegen oben durchbrechen könnten, wohl aber hinreichend, um die Photosphäre etwas zu heben, wodurch ja eben die Fackeln entstehen.

Dieselbe Theorie wirft überdies auch ein Licht auf die weitere Thatsache, daß die Flecken eine Tendenz zur Gruppenbildung zeigen, und daß namentlich in der Nähe von großen Flecken sehr oft Gruppen von kleineren beobachtet werden. — Ebenso ist es sehr wohl möglich, daß sich ein Flecken bereits wieder geschlossen hat und daß die Massen, welche unten aufgewühlt wurden, nach ihrem langen Umweg durch die etwa 20000 Meilen hohe Parabel erst verspätet an der Stelle des Fleckens ankommen. Es wird dann an der Stelle des früheren Fleckens oder doch ganz in der Nähe ein neuer entstehen; was bekanntlich ebenfalls häufig beobachtet wird. — Endlich erklärt sich daraus auch die lange Dauer der Flecken. Kein anderer

Digitized by Google

vorübergehender Vorgang von allen, welche auf der Sonne beobachtet werden, hält so lange an wie die Flecken. Manche derselben verschwinden allerdings sehr bald wieder; aber dafür gibt es auch zahlreiche, die 2 bis 4 Monate andauern. Unter den von mir bearbeiteten Beobachtungen in Kalocsa, welche fast 4 Jahre umfassen, fanden sich gegen 60 solcher Fälle[1]). Zu andern Zeiten hat man aber auch Flecken beobachtet, welche über ein Jahr anhielten, und anno 1840 und 41 sogar einen, welcher 18 Monate andauerte. Das ist eben daraus erklärbar, daß ein Flecken nicht — wie z. B. die Protuberanzen — ein Ausgleichungsproceß einer vereinzelten einmaligen Gleichgewichtsstörung ist, sondern ein fortwährend sich selbst unterhaltender Zustand, zu welchem sehr viele im weiten Umkreis und successiv auftretende Eruptionen beitragen.

Hiernach wird im allgemeinen ein Flecken so lange anhalten, bis der ganze Vorrath von Wärme, welche in einem größeren Umkreis die Ueberhitzung in der Tiefe bewirkte, durch die verstärkte Ausstrahlung der Eruptionen allmählich erschöpft ist, so daß keine Metalldämpfe mehr vorhanden sind, deren Energie hinreichte, um als Eruptionen über die Photosphäre sich zu erheben. Wenn dieses Stadium erreicht ist, dann drängt die Photosphäre von allen Seiten mit Gewalt in den Raum ein und füllt ihn wieder aus. Dabei entstehen durch das tumultuarische Zusammenströmen der Massen Erhöhungen in denselben, gleichsam Wellenberge. Daraus erklärt sich, daß sogleich nach dem Verschwinden eines größeren Fleckens viele kleine Fackeln an derselben Stelle sich zeigen. Es ist aber einleuchtend, daß dies eine andere Art Fackeln ist, und daß dieselben einen andern Ursprung haben, als die eigentlichen großen Fackeln, deren Entstehung oben angedeutet wurde.

Aber auch noch bevor ein Flecken im Verschwinden begriffen ist, werden durch die in dessen Mitte abwärts strömenden Gase Theile von der angrenzenden Photosphäre angezogen und mit hinabgerissen. Hieraus erklärt sich die fadenförmige Structur, welche an den Halbschatten gewöhnlich beobachtet wird. Dabei liegt es in der Natur der Sache, daß vorzugsweise nicht die hellen Körner mit hinabgezogen werden, da in diesen noch ein kräftiger Auftrieb gegen oben vorhanden ist, sondern vielmehr die Massen des photosphärischen Netzes,

[1]) Vergl. „Berichte von d. erzbisch. Haynald'schen Observatorium" von C. Braun, S. J. Münster, Aschendorff. 1886.

Digitized by Google

welche aus sich bereits in einer abwärts gehenden Bewegung begriffen sind. Dem entsprechend erscheint der Halbschatten auch bereits an seiner äußersten Grenze beträchtlich dunkler als die übrige Oberfläche der Sonne; und die Grenze ist nicht verwaschen, sondern scharf, ebenso wie ja auch zwischen den hellen Körnern und dem dunkleren photosphärischen Netz eine scharfe Begrenzung besteht. Diese absteigenden Massen erscheinen aber hauptsächlich deshalb weniger hell, weil die darin suspendirten Theilchen von Kohlenstoff, Bor und Silicium durch Ausstrahlung die hohe Temperatur ihres hellsten Glühens bereits verloren haben. Indem sie nun aber abwärts sinken, steigt mit zunehmender Compression auch die Temperatur wieder, und deshalb werden sie wieder heller glänzend. Hieraus erklärt sich, daß der innere Rand des Halbschattens trotz der darüber lagernden großen Massen kälterer Dämpfe doch gewöhnlich heller ist als die übrigen Theile des Halbschattens.

Man hat auch beobachtet, daß größere Flecken an ihrem vorderen Ende eine Tendenz zu einer schnelleren Bewegung zeigen, als sonst der betreffenden heliographischen Breite entsprechen würde. Namentlich zeigt sich dies stark bei neu entstandenen Flecken, während bei längerem Anhalten der Flecken diese relative Vorausbewegung erlischt. Diese Erscheinung stimmt gleichfalls sehr wohl mit der oben dargestellten Theorie. Wenn nämlich die abgekühlten Dämpfe und Gase von einem neu entstandenen Flecken abwärts sich bewegen (S. 144), so geschieht dies mit mäßiger Geschwindigkeit und sonach würde hierbei schon eine ansehnliche Voranseilung entstehen. Die Massen aber, welche in der Tiefe aufgewühlt werden und als Eruption aufsteigen, haben eine äußerst große Geschwindigkeit und folglich bleiben sie beim Aufsteigen nur sehr wenig gegen die Vertikale zurück. Hoch in der Sonnen-Atmosphäre angelangt, nehmen sie alsbald die Geschwindigkeit der dort befindlichen Massen an; und diese ist bedeutend größer als die des Fleckens, weil dort nicht nur wegen des größeren Radius die absolute Geschwindigkeit bedeutender ist, sondern auch die Rotationsgeschwindigkeit selbst (cf. sup. S. 127, 128). Indem also diese Massen nach der Abkühlung wieder langsam abwärts fallen, müssen sie nothwendig im allgemeinen einen namhaften Vorsprung gegen den Flecken erreichen. Es werden also im allgemeinen mehr kalte Massen am vorderen Ende eines Fleckens einströmen als am hinteren; und die Folge muß sein, daß der Flecken am vorderen Ende stärker erweitert wird, während er am hinterer Ende weniger wächst oder auch sich

Digitized by Google

bereits wieder schließt. Somit muß eine Tendenz zur schnelleren Vorwärtsbewegung entstehen. Indem aber bei längerem Anhalten des Fleckens die Eruptionen sowohl an Zahl als an Höhe abnehmen, muß auch jene Tendenz schwächer werden, so daß dann der Flecken die für diese heliographische Breite normale Geschwindigkeit beibehält. —

Wir sehen also, daß der eigentliche Proceß, durch welchen sowohl die Protuberanzen als auch die Flecken hervorgebracht werden, doch in einer ziemlich befriedigenden Weise erklärt werden kann. Noch sind indeß zahlreiche Erscheinungen, welche denselben begleiten und offenbar damit zusammenhangen, nicht aufgeklärt. Dahin gehört vor Allem jene heftige horizontale Bewegung, welche in der Chromosphäre in der nächsten Umgebung von aufsteigenden Protuberanzen beobachtet wird; ferner das zonenweise Auftreten, und endlich die Periodicität der hierher gehörenden Erscheinungen.

Von den horizontalen Stürmen geschah bereits oben (S. 124) einige Erwähnung. Man erkennt sie an einer Verzerrung und Ausbuchtung der Spectrallinien (namentlich C und F). Wendet man einen sehr feinen Spalt senkrecht zum Sonnenrand an und stellt ihn genau ein auf eine Seite eines Protuberanzen-Strahles, dann sieht man sehr oft, daß die Wasserstoff-Linien gegen das violette Ende des Spectrums hin eine Ausbuchtung zeigen. Bringt man dagegen den Spalt auf die andere Seite der Protuberanz, dann beobachtet man eine Ausbuchtung gegen das rothe Ende hin, während man beide Ausbuchtungen gleichzeitig wahrnimmt, wenn entweder der etwas erweiterte Spalt die ganze Protuberanz in sich faßt oder der Spalt tangential zur Sonne gestellt ist. Diese Erscheinungen deuten ganz unzweifelhaft eine sehr heftige cyklonenartige Bewegung des Wasserstoffs der Chromosphäre an.

Es hat nun auch nicht die geringste Schwierigkeit, um einzusehen, daß um einen heftig emporsteigenden Strom von Gasen oder Dämpfen die umstehenden Gasmassen eine wirbelnde Bewegung annehmen können und unter gewissen Umständen auch annehmen müssen. Hierin eben besteht ja die Theorie unserer Cyklonen, Teifune ꝛc. Indem nämlich die Luft im Centrum eines solchen stark erwärmt wird und mit Heftigkeit emporsteigt, während die ringsum befindliche Luft gegen die Mitte einströmt, wird diese von ihrer radialen Bewegungsrichtung durch die Rotation der Erde abgelenkt, so daß ihre Richtung rechts vom Centrum (auf der nördlichen Hemisphäre) vorbeigeht.

Digitized by Google

Deshalb muß nothwendig ein linksum gerichteter Drehsturm entstehen. Ganz ebenso kann es nun auf der Sonne geschehen. Ein wesentlicher Umstand besteht nur darin, daß der Einfluß der Rotation auf der Sonne ein weit geringerer ist. Die Ablenkung von der radialen Richtung wird deshalb dort gewöhnlich nicht durch diese Ursache bewirkt, sondern durch andere Störungen, z. B. dadurch, daß zwei oder mehr Protuberanzen nebeneinander sich befinden, so daß die radiale Richtung der Bewegung gegen ein Centrum durch den gleichzeitigen Zug gegen ein anderes abgelenkt und in eine excentrische Bewegung verwandelt wird. Dem entsprechend finden wir auch, daß der Sinn dieser Wirbelbewegung auf der Sonne ein zufälliger ist, bald linksum, bald rechtsum, während bei den Cyklonen, Tornados ꝛc. auf der Erde der Sinn der Dreh-Bewegung constant linksum gerichtet ist auf der nördlichen Hemisphäre und rechtsum auf der südlichen. Die Erscheinung bietet somit ihrer allgemeinen Natur nach keine Schwierigkeit dar.

Allein es entsteht sogleich eine große Schwierigkeit, wenn man die Erscheinung auch quantitativ untersucht. Man findet nämlich aus den Beobachtungen, daß nothwendig sehr große Geschwindigkeiten von mehr als 20 geogr. Meilen, ausnahmsweise sogar von etwa 50 Meilen (nach Young) angenommen werden müssen. Für so enorme Geschwindigkeiten scheinen aber unsere physikalischen Erklärungen bei weitem nicht auszureichen. Allerdings wird ein aufsteigender Luftstrom, welcher eine so enorme Geschwindigkeit besitzt wie die Protuberanzen, eine äußerst intensive saugende Wirkung auf die umstehenden Massen ausüben. Wenn schon ein wenig ausfließendes Quecksilber die Luft so kräftig ansaugt, daß dadurch in der Sprengel'schen Luftpumpe ein ziemlich hochgradiges Vacuum erzeugt werden kann, so muß wohl eine noch stärkere saugende Kraft entstehen, wenn die bewegten Massen eine so enorme Geschwindigkeit besitzen wie die Protuberanzen. Allein die Intensität des Saugens kann doch nie stärker werden als sie gegen ein absolutes Vacuum stattfinden würde. Nun weiß man aber, daß der Wasserstoff in ein vollkommenes Vacuum nur mit der Geschwindigkeit von ca. 1510 Metern einströmt. Eine Geschwindigkeit von ca. 300000 Metern scheint also aus dieser Ursache durchaus nicht erklärbar, da dieser Werth nahezu das 200fache von jenem ist.

Diese Schwierigkeit ist so bedeutend, daß sehr tüchtige Astro-Physiker — namentlich Mr. Faye in einer lebhaften Discussion in der

Digitized by Google

pariser Akademie — absolut behaupten, die Ablenkung und Verzerrung der Spectrallinien müsse eine andere Ursache haben als eine wirkliche Bewegung des leuchtenden Wasserstoffs. Sie haben indeß noch nicht den geringsten Anhaltspunkt für eine plausible andere Erklärung finden können.

Es scheint nun aber, daß die oben gegebene Erklärung aus einer wirklichen Bewegung in der Chromosphäre sich doch recht wohl aufrecht halten läßt. Nur müssen einige plausible Annahmen zu Hilfe genommen werden. Zunächst ist anzunehmen, daß die Temperatur der bewegten Massen eine sehr hohe ist. Der Wasserstoff tief in der Chromosphäre wird aus sich allerdings kaum eine höhere Temperatur als etwa 30—40000° besitzen. Aber die aufschießenden Protuberanzen haben gewiß eine sehr viel höhere Temperatur. Denn da dieselben sehr oft eine Höhe von 6000 g. Meilen und ausnahmsweise sogar ca. 70000 Meilen erreichen und dabei trotz der enormen dynamischen Abkühlung doch noch bis zu den größten Höhen sich in glühendem Zustand befinden, so folgt, daß die Temperatur in den untersten Schichten eine äußerst hohe sein muß, welche nach den Principien der Thermodynamik mindestens auf 200—500000° geschätzt werden muß. Indem nun die Wasserstoff-Massen die Protuberanz in großen Spiralen umkreisen und dabei sich derselben nähern, werden sie nothwendig ebenfalls sehr stark erhitzt. Es wird nicht zu hoch gegriffen sein, wenn wir annehmen, daß ein Theil dieser Gase, welcher der Protuberanz sehr nahe gekommen ist, unter günstigen Umständen eine Temperatur von 300000° und wohl auch noch mehr, erlangen könne. Dadurch wird aber das Volum der so erhitzten Massen nach dem Gay-Lussac'schen Gesetz auf das 1100fache vergrößert und infolge der so stark verringerten Dichte muß nach den Gesetzen der Aerodynamik die Geschwindigkeit eine 33·2 mal größere sein als sie unter den normalen Umständen (Temperatur = 0°, Druck = 760^{mm}) sein könnte.

Zweitens nehmen wir an, daß für einen so enormen Druck von vielleicht 100000 Atmosphären, wie er in den Tiefen der Chromosphäre bestehen muß, das Volum der Massen durch das Mariotte'sche Gesetz zu klein angegeben wird, oder die Dichte zu groß —, eine Annahme, welche wir bereits von einem andern Gesichtspunkt aus zu machen gezwungen wurden (oben S. 118) —. Da nach den Versuchen von Natterer schon bei einem Druck von 2700 Atmosphären die Dichte der Gase durch das Mariotte'sche Gesetz 3 bis 4 mal zu groß angegeben wird, so erscheint es ganz gerechtfertigt, wenn wir annehmen,

Digitized by Google

daß unter einem Druck von etwa 100000 Atmosphären die Dichte der Gase mindestens 20 mal zu groß angegeben werde.

Endlich nehmen wir an, daß auch das Gay-Lussac'sche Gesetz die Dichte für sehr hohe Temperaturen zu groß angibt, wie wir ebenfalls bereits früher sahen (S. 118). Da die Abweichung bereits bei mäßigen Temperaturen eine sehr wohl bemerkbare ist, so können wir mit gutem Grund annehmen, daß sie bei sehr hohen Temperaturen eine stärkere sein wird, so daß für eine excessive Hitze von 200—300000° die Dichte wohl 2 mal zu groß angegeben werde.

Nehmen wir nun diese drei Annahmen zusammen, so ergibt sich daraus, den angeführten Zahlen entsprechend, daß die Geschwindigkeit des bewegten Wasserstoffes unter jenen extremen Verhältnissen und in unmittelbarer Nähe aufsteigender Protuberanzen steigen könne auf $1500^m \times \sqrt{1100 \cdot 20 \cdot 2} = 315000^m = 42{\cdot}5$ geogr. Meilen.

Dies ist nun schon ziemlich die größte Geschwindigkeit, welche durch Beobachtungen nachgewiesen ist. Nur Young behauptet, noch etwas größere Geschwindigkeiten beobachtet zu haben. Sollten indeß auch wirklich ausnahmsweise noch etwas größere Geschwindigkeiten vorkommen, so sind dieselben doch wenigstens durchaus von der Ordnung und *nahezu* gleich der soeben theoretisch abgeleiteten und eine kleine Aenderung in den Zahlenangaben der oben gemachten Annahmen würde genügen, um auch für möglicherweise bestehende noch größere Geschwindigkeiten eine hinreichende physikalische Erklärung zu gewähren. — Ueberdies scheint es aber, daß bei diesen Bestimmungen Young's ein Versehen unterlaufen sei. Dieser berühmte Astronom gibt nämlich an, daß er bei einer Protuberanz eine Ausbuchtung der F-Linie beobachtet habe, welche nach der einen Seite bis 6 mm nach der andern bis 7 mm der Kirchhoff'schen Scala sich erstreckt habe, und hieraus berechnet er die Geschwindigkeiten zu 40 und 54 Meilen. Allein in Wirklichkeit folgen aus jenen Ablenkungen der F-Linie nur die Geschwindigkeiten von 36 und 42 Meilen. Dem entsprechend werden wohl auch einige noch größere Angaben Young's von 60—70 Meilen gleichfalls einer namhaften Reduction bedürfen.

Auch ist nicht zu übersehen, daß diese Geschwindigkeiten nicht die *durchgängigen* oder *mittleren* der ganzen beobachteten Wasserstoff-Massen sind, sondern nur die *extremsten*, mit denen ein sehr kleiner Theil jener Massen sich bewegte, während der bei weitem größere Theil derselben eine stufenweise abnehmende, sehr viel geringere Ablenkung der F-Linie darbot und somit auch eine sehr viel geringere

Digitized by Google

Geschwindigkeit besaß. Dies entspricht nämlich vollkommen der oben gegebenen Erklärung, nach welcher nur die innersten Theile jenes immensen Wirbels eine so große Geschwindigkeit erlangen, während die äußeren Theile weit weniger erhitzt werden und folglich auch nur eine weit geringere Geschwindigkeit erlangen können.

Wir sehen sonach einerseits, daß wir für die beobachteten sehr großen Geschwindigkeiten der Wasserstoff-Massen wohl eine hinreichend begründete, genügende physikalische Erklärung geben können. Anderseits aber sehen wir uns auch gezwungen, die oben gemachten Annahmen als der Wahrheit entsprechend anzusehen und in eben dieser Erscheinung einen neuen Beweis oder Bestätigung für deren Richtigkeit zu erkennen; eben weil andernfalls gar keine irgendwie genügende Erklärung gegeben werden könnte. Haben wir dieselben früher, von ganz andern Gesichtspunkten ausgehend, als plausible Hypothesen angenommen (cf. sup. p. 118), so dürften sie jetzt wohl als etwas mehr gelten.

Wir müssen also annehmen, 1. daß die Temperatur der Sonne sowohl in der hier in Betracht kommenden Schichte der Chromosphäre als noch vielmehr in den Protuberanzen und a fortiori im Inneren des Sonnenkörpers eine enorm hohe ist und jedenfalls ohne Vergleich höher als die niedrigen Angaben, welche von einigen Physikern gemacht werden; 2. daß das Mariotte'sche Gesetz für sehr hohe Drucke sehr starke Abweichungen in minus für das Volum, oder in plus für die Dichte gebe; 3. (als sehr wahrscheinlich) daß auch das Gay-Lussac'sche Gesetz für sehr hohe Temperaturen das Volum beträchtlich zu klein und die Dichte zu groß angebe.

Die ganze Erklärung dieses Phänomens findet aber noch darin eine gewisse Bekräftigung, daß solche Geschwindigkeiten eben nur in der Wasserstoffschichte (Chromosphäre) beobachtet werden, während die andern Dämpfe nur weit geringere Bewegungszustände erkennen lassen. Dies entspricht nämlich offenbar vollkommen den Gesetzen, welche für die Geschwindigkeiten gelten, mit denen verschiedene Gase in das Vacuum einströmen. —

Nun sind noch zwei mehr nebensächliche Umstände zu erklären übrig, welche bei der Flecken-Entwickelung beobachtet werden, nämlich die räumliche Ausbreitung nach bestimmten Zonen heliographischer Breite, und der zeitliche Verlauf nach einer fixen Periode von ca. 11 Jahren. Diese Erscheinungs-Weisen gehören indeß zu denen, welche bisher noch gar keine haltbare oder irgend plausible Erklärung ge-

Digitized by Google

funden haben, und sie werden wohl auch nicht sobald eine wirklich vollkommen genügende Erklärung finden. Man kann da einstweilen nur mit Hypothesen eine Erklärung versuchen; und dann ist zu prüfen, ob dieselben sowohl den Beobachtungen als den theoretischen Untersuchungen gegenüber sich als haltbar und eventuell als einzig möglich erweisen.

Es wurde nun bereits nachgewiesen, daß die Atmosphäre der Sonne gegen den Aequator hin eine größere Höhe besitzen muß als in größeren Breiten, und daß dieser breite äquatoriale Gürtel gegenwärtig nur noch ein schwacher Rest ist von einer früheren sehr starken Abplattung der Sonne. Aus dieser höheren Zone der Atmosphäre konnten wir eine naturgemäße Erklärung für die verschiedene Rotationsgeschwindigkeit der Sonne in verschiedenen Breiten ableiten (cf. S. 126—128). Auch könnte man es wohl wenigstens zum Theil dem directen hemmenden Einfluß dieser höheren Atmosphären-Schicht zuschreiben, daß die Wasserstoffprotuberanzen um den Aequator eine etwas geringere Intensität und Höhe aufweisen als zu beiden Seiten des Aequators in mittleren Breiten.

Ferner könnte man mit einiger Wahrscheinlichkeit das verschiedene Aussehen der Granulation daraus erklären. Die Granulation bietet nämlich noch eine eigenthümliche Erscheinung, welche selbst bei oberflächlicher Beobachtung mit mittelmäßigen Fernröhren leicht wahrgenommen werden kann. Sie ist nämlich gegen die Pole hin deutlicher und schärfer ausgeprägt als gegen den Aequator. Der Unterschied tritt oft so stark hervor, daß man eine scharfe Grenzlinie zu bemerken glaubt zwischen den Regionen stärkerer und schwächerer Granulation. Eine solche scharfe Grenzlinie nun, — falls sie wirklich bestände — wäre nicht leicht zu erklären. Dagegen könnte der Unterschied im allgemeinen leicht erklärt werden aus der Wirkung der bereits erwähnten höheren äquatorialen Zone der Sonnen-Atmosphäre. Wenn über der mittleren Zone der Sonne ein breiter Gürtel einer vielleicht um 50 oder 100 g. Meilen höheren Atmosphäre ruht, so muß das zur Folge haben, daß die Ausstrahlung der Sonne daselbst etwas mehr gehindert wird. Die Temperatur der Sonnenoberfläche wird dadurch allerdings nicht vermindert, weil an der ganzen Oberfläche der Sonne der Druck überall der gleiche ist, und folglich auch die Condensation der Stoffe bei der gleichen Temperatur erfolgt; aber der ganze Proceß geht langsamer vor sich. Die Massen, welche verschiedene Helligkeit besitzen, finden folglich

Digitized by Google

mehr Zeit, um in einander zu diffundiren, und somit muß das photosphärische Netz weniger scharf markirt sein, auch in sich und objectiv betrachtet. Dazu kommt aber noch die weitere Wirkung derselben Zone auf die Lichtstrahlen, welche uns die Wahrnehmung der Sonnenoberfläche vermitteln. Diese müssen gleichfalls jene Zone durchdringen, werden dadurch etwas mehr geschwächt, und somit erscheinen uns die Einzelheiten der Sonnenoberfläche in den mehr äquatorialen Regionen etwas weniger scharf als in den beiden Calotten gegen die Pole zu. Diese Verschiedenheit im Aussehen der Granulation ist nicht sehr bedeutend und könnte für eine sehr unwichtige Erscheinung gehalten werden. Aber in Wirklichkeit dürfte sie eine weit größere Tragweite haben, als man vermuthet, wie aus dem Folgenden erhellen dürfte.

In weiterer Consequenz nämlich scheint dieselbe Zone einen Schlüssel zu bieten, welcher ein besseres Verständniß und vielleicht die richtige Erklärung der uns jetzt beschäftigenden Erscheinung ermöglichen könnte. Eine solche höhere äquatoriale Zone der Atmosphäre mußte nämlich — wie bereits erwähnt wurde (S. 152), und wie es in der Natur der Sache liegt — bewirken, daß die Wärme-Ausstrahlung in den äquatorialen Gegenden eine langsamere war als gegen die Pole hin. Dieser Unterschied wird gegenwärtig allerdings ein sehr geringer sein; aber in früheren Perioden war er gewiß sehr bedeutend. Und da er durch sehr lange Zeiträume von vielen Jahrmillionen ohne Unterbrechung wirksam war, so mußte die Wirkung nothwendig sehr stark hervortreten. Es mußte nämlich gegen die Pole hin, um so zu sagen, die Abkühlung tiefer in den Sonnenkörper hineindringen. Da nun aber an der äußersten Oberfläche der Photosphäre überall die gleiche Temperatur besteht (cf. S. 152), so muß die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe gegen die Pole hin eine geringere sein als in der Nähe des Aequators. Dies Verhältniß kann nun aber offenbar nur bis zu einer gewissen Tiefe bestehen und von da ab muß in noch größern Tiefen umgekehrt gegen den Aequator hin die weitere Zunahme der Temperatur mit der Tiefe eine geringere sein als in größeren Breiten. Eine gewisse mittlere Tiefe wird es geben, in welcher durch den Einfluß der eindringenden Abkühlung die Zunahme der Temperatur bei zunehmender Tiefe für den betreffenden Ort den größten Werth erreicht. Und diese Tiefe muß gegen die Pole hin beträchtlich größer sein als in den äquatorialen Gegenden. Es muß

Digitized by Google

also im Inneren der Sonne ein gewisses Sphäroïd von ansehnlicher Abplattung bestehen, an dessen Oberfläche die Zunahme der Temperatur gegen unten, oder „die Temperatur-Abnahme mit der Höhe" eine größere ist als sowohl oberhalb wie unterhalb dieser Fläche.

Nun ist die Sonne allerdings nicht ein fester Körper, und folglich könnten jene Unterschiede der verschiedenen heliographischen Breiten durch die Beweglichkeit der Massen allmählich ausgeglichen werden. Allein es ist trotz des gasförmigen Zustandes der Sonne sehr fraglich, ob solche strömende Bewegungen in ihrem Inneren bestehen, durch welche eine Ausgleichung herbeigeführt werden könnte. Und wenn sie auch beständen, so ist doch die Beweglichkeit der Massen sehr wahrscheinlich eine so geringe (cf. sup. S. 120) und die Dimensionen der Sonne sind so kolossal, daß wahrscheinlich erst nach unermeßlichen Zeiträumen die einmal eingeleitete und dann in schwächerem Maß unterhaltene Ungleichheit ausgeglichen werden könnte. Jene Verschiedenheit wird also auch gegenwärtig noch wenigstens einigermaßen vorhanden sein.

Nun liegt es in der Natur dieser Vorgänge und es wurde bereits bemerkt (S. 142), daß die Wirkung der heftigen Gleichgewichts-Störungen aus der Tiefe sehr abhängig sein muß von der Beschaffenheit der Schichten, welche über der betreffenden Stelle liegen. Wenn diese Schichten sehr hoch sind, und wenn in denselben die Temperatur-Abnahme mit der Höhe eine verhältnißmäßig geringe ist, dann muß in denselben die Energie der aufstoßenden Dampfmassen erlahmen, und folglich können keine metallischen Eruptionen entstehen.

Sonach ist es ganz erklärlich, daß über eine gewisse heliographische Breite hinaus bis zu den Polen sowohl die metallischen Protuberanzen fehlen als auch infolge davon die Flecken. Es gibt dagegen daselbst noch zahlreiche Fackeln und infolge davon auch Wasserstoff-Protuberanzen. Aber auch diese müssen der gegebenen Theorie entsprechend ganz in der Nähe der Pole mit geringerer Intensität auftreten als in einiger Entfernung von denselben.

In geringeren Breiten, vom 40. Grad abwärts, ist dagegen die Schichte, welche zu durchbrechen ist, weniger hoch und in derselben ist die Temperatur-Abnahme mit der Höhe eine stärkere. Folglich finden die aufstoßenden Dampfmassen in derselben einen geringeren Widerstand und demgemäß entstehen metallische Protuberanzen und Flecken.

Ganz in der Nähe des Aequators jedoch nimmt die Intensität dieser Vorgänge wieder bedeutend ab, obgleich daselbst der Widerstand

Digitized by Google

der zu durchbrechenden Schichten ein noch geringerer ist. Dies scheint daraus sich zu erklären, daß gleichzeitig auch die Energie der aufstoßenden Massen eine schwächere ist, und zwar in stärkerem Verhältniß schwächer als der Widerstand der oberen Schichten geringer ist. Dies wird nicht auffallend erscheinen, wenn wir bedenken, daß jene gewaltigen Gleichgewichtsstörungen von unten, gemäß dem, was oben (p. 141, 142) hervorgehoben wurde, vorzugsweise an jener Stelle, resp. in jenen Tiefen ihren Ursprung haben werden, wo die Temperatur-Abnahme mit der Höhe eine stärkere ist. Sie werden also der großen Mehrzahl nach entstehen in oder nahe unter jener sphäroidalen Fläche, von welcher oben die Rede war. Diese Stelle ist aber unter dem Aequator weit weniger tief gelegen als in höheren Breiten. Anderseits geht aus der Erklärung, welche wir oben von den Protuberanzen gaben (S. 136..., 142), hervor, daß die Energie dieser Vorgänge einigermaßen direct proportional sein muß dem aërostatischen Druck der Dämpfe, welcher an der Stelle herrscht, wo die Protuberanz ihren Ursprung hat (S. 138). Da nun dieser Druck bekanntermaßen mit zunehmender Tiefe in einem viel rascheren und mit enormer Beschleunigung wachsenden Verhältniß an Intensität zunimmt, so ist es ganz erklärlich, daß die eigentlich treibende Kraft der metallischen Eruptionen unter dem Aequator eine ganz bedeutend geringere sein muß, als in etwas höheren Breiten [1]). Infolge davon können auch nur geringere Mengen von Metalldämpfen und zu geringeren Höhen emporgeschlendert werden, obgleich der Widerstand welcher daselbst zu überwinden ist, gerade hier seinen Minimalwerth hat.

Man könnte versuchen, den Vorgang mittelst Formeln zu verfolgen. Nimmt man sowohl für die Energie des Auftriebes als auch für die Größe des Widerstandes Ausdrücke an, welche einigermaßen

[1]) Dieser Umstand kann dann allerdings der S. 126 berührten Hypothese Faye's entsprechend auch als Mitursache beitragen, um die verschiedene Rotationsgeschwindigkeit der Flecken zu bewirken. Indeß erhält die von Faye ohne alle Begründung als bloße Möglichkeit hingestellte Hypothese doch erst aus der oben gegebenen Theorie eine Begründung, d. h. unter Annahme jenes höheren äquatorialen Gürtels der Sonnen-Atmosphäre; und ein solcher kann seinerseits nur bestehen, wenn er bedeutend schneller rotirt als die Sonne selbst. Die ungleiche Rotationsgeschwindigkeit kann also nicht auf den von Faye vermutheten Umstand als einzige Ursache zurückgeführt werden. Die wahre und Haupt-Ursache ist vielmehr, wie oben durchgeführt wurde, die schnellere Rotation jenes äquatorialen Gürtels der Atmosphäre. Außerdem irrt Faye darin, daß er die Flecken selbst als den Kanal für die aufsteigenden Massen ansieht.

Digitized by Google

der oben gegebenen Theorie entsprechen, und setzt die Intensität der Eruptionen gleich der Differenz jener beiden Ausdrücke, so gelangt man zu einem Ausdruck für diese Intensität von der Form $J = A + B.\sin^2\beta - C.\sin^4\beta + D.\sin^6\beta - \ldots$ Gibt man versuchsweise den Constanten die Werthe $A = 1$, $B = 40$, $C = 120$, $D = 40$, so erhält man für diese Intensität der Durchbrüche unter dem Aequator oder bei $\beta = 0$ den Werth $J = 1$; $J = 2{\cdot}08$ unter $\beta = 10^0$; $J = 4{\cdot}1$ unter $\beta = 20^0$; $J = 3{\cdot}56$ unter $\beta = 30^0$; $J = -0{\cdot}4$ unter $\beta = 45^0$; und weiter werden alle Werthe negativ bis zu den Polen. Die Formel gibt sonach theoretische Werthe für die Häufigkeit und Intensität der Fleckenthätigkeit, welche mit den beobachteten Werthen einigermaßen gut harmoniren. Durch bessere Bestimmung der Constanten könnte gewiß auch noch eine größere Uebereinstimmung erzielt werden. Doch ist das hier nicht unser Zweck. Es genügt vielmehr, im allgemeinen zu constatiren, daß unter den gemachten physikalischen Annahmen, wirklich die Erscheinungen eine ziemlich genügende Erklärung finden können.

In demselben Maaße nun, als die Ausstrahlung der Sonne anhält, muß natürlich die Abkühlung von allen Seiten tiefer in die Sonne eindringen. Eine nothwendige Folge davon wird sein, daß dann die fleckenfreien Calotten um beide Pole noch größer werden und die beiden Zonen der größten Fleckenthätigkeit mehr gegen den Aequator rücken. Später werden sie in eine einzige verschmelzen, und schließlich alle metallischen Eruptionen und Flecken aufhören. Die Ansicht, daß die Flecken ein Zeichen von verminderter Energie der Sonne und ein kleiner Anfang vom Erlöschen seien, ist sonach verfehlt; und wir haben durchaus keinen Anhaltspunkt, um zu vermuthen, daß unser Leben sprühendes Tages-Gestirn bereits seinem Greisen-Alter sich nähere. Wenn alle Fleckenthätigkeit verschwunden sein wird, dann würde man im Gegentheil eher zu einer solchen Annahme berechtigt sein. —

Noch mehr Schwierigkeit und Unsicherheit als die räumliche Vertheilung der Flecken bietet die Erklärung des zeitlichen Verlaufs d. i. die Periodicität dieser Erscheinungen. Man hat leicht sagen, daß nach einer Zeit von starker Activität eine Erschöpfung der wirksamen Kräfte und folglich ein mehr ruhiger Zustand eintreten müsse, und daß dann während und infolge dieser Ruhe die Kräfte in der Tiefe wieder zu größerer Intensität anwachsen können, um dann wieder eine Reihe von Eruptionen herbeizuführen. Dies ist allerdings vollkommen richtig. Allein eine solche allgemein gehaltene Theorie ist

Digitized by Google

am Ende mehr eine natur-philosophische als eine physikalische; und es ist wenig damit gewonnen, wenn nicht die specielle physikalische Kraft angegeben wird, welche die Ursache der Erscheinung ist.

Wir könnten nun unter dieser Kraft, welche erschöpft wird, und wieder allmählich an Intensität zunimmt, eben jene Ansammlung von Wärme verstehen, von welcher oben (S. 142) die Rede war; und wir hätten dann im Princip doch eine wirkliche physikalische Erklärung der Erscheinung gewonnen, welche schwerlich als eigentlich unrichtig erwiesen werden könnte. Allein da jene Abwechslung von Erschöpfung und Wiedererstarkung doch aus sich nicht an eine Periode von genau bestimmter mittlerer Länge gebunden sein kann, so würde dabei der Umstand noch völlig unerklärt bleiben, daß die Periodicität im Großen und Ganzen gleichartig und nahezu gleichzeitig verläuft auf der ganzen Oberfläche der Sonne, wo sie überhaupt auftritt.

Es scheint da kaum etwas Anderes übrig zu bleiben, als daß wir bereits in der Grund-Ursache des Phänomen's, nämlich in dem Aufsteigen der Wärme aus dem Inneren gegen die Oberfläche, eine Periodicität annehmen. Dieses Wandern der Wärme von Innen gegen Außen wird allerdings im allgemeinen ein ziemlich stetiges sein; aber daneben kann noch recht wohl ein stärkeres Aufsteigen abwechselnd mit einem schwächeren stattfinden, eine Art wellenförmiges Pulsiren dieser Wärmebewegung. Eine bestimmte physikalische Ursache, durch welche ein solcher Zustand herbeigeführt werden müßte, können wir allerdings nicht mit Gewißheit angeben; aber wir erkennen doch, daß derselbe sehr wohl herbeigeführt werden konnte, da wir auch bei andern Bewegungen oft beobachten, daß sie aus dem Zustand einer rein continuirlich fließenden Bewegung in den einer mehr oder weniger stark pulsirenden wellenartigen übergehen. So wird z. B. der in eine Orgelpfeife oder Flöte geblasene, in sich vollkommen stetige Luftstrom sofort energisch in einen pulsatorischen umgesetzt; und auch selbst im Großen bei Winden und Stürmen beobachten wir, daß sie sehr selten mit ganz gleichförmiger stetiger Kraft sich austoben, sondern vielmehr unter einer fortwährenden Abwechselung von heftigen Windstößen mit schwächerem Winde. Auch die gewaltigen Meereswogen entstehen ja durch heftige Stürme, welche aus sich ziemlich continuirlich blasen. Es kann also auch wohl recht gut bei jener Bewegung aus der Tiefe des Sonnenkörpers gegen die Oberfläche ein solches wellenartiges Pulsiren eintreten. Bei der immensen Größe der Sonne wird dasselbe eine sehr langsam verlaufende Periode ha-

Digitized by Google

ben. Wenn es dementsprechend in einer Periode von ca. $11\frac{1}{9}$ Jahren (im Durchschnitt) verläuft, so wäre die Periodicität der Protuberanzen- und Fleckenbildung, wie wir sie beobachten, damit erklärt, oder doch wenigstens auf eine physikalische Ursache zurückgeführt, welche wirklich besteht, wenn sie auch in sich selbst noch nicht vollkommen aufgeklärt ist.

Möglich wäre aber, daß ein solches Pulsiren der Wärme-Bewegung herbeigeführt würde durch ein mechanisches Oscilliren des Volum's der Sonne selbst. Die Sonne muß nämlich nothwendig sich contrahiren oder zusammensickern. Diese Bewegung der wägbaren Stoffe, aus denen die Sonne besteht, kann nun recht wohl zum Theil in das tactmäßige tempo einer Wellenbewegung übergehen. Dieses Alterniren einer stärkeren Contraction mit einer schwächeren könnte wohl auch infolge der enormen Dimensionen der Sonne und des zähen Zustandes (cf. p. 120) der inneren Massen möglicherweise auch gegen 11 Jahre zur Durchführung von einer Periode erfordern. Jede stärkere Contraction würde eine heftigere Entbindung von Wärme zur Folge haben, welche dann durch Leitung und Strahlung langsam gegen die Oberfläche sich bewegt.

Mag nun die eigentliche physikalische Ursache der rythmischen Verstärkung und Schwächung der Wärme-Entwickelung diese sein oder eine andere noch unbekannte, so wird doch eine solche Wärme-Welle nicht nach allen Richtungen zu gleicher Zeit auf jene Stelle stoßen, an welcher die günstigsten Bedingungen für die Bildung oder Auslösung einer Eruptionsbewegung vorhanden sind. Gemäß der oben (S. 142) gegebenen Auseinandersetzung werden die metallischen Eruptionen ihren Ursprung vorzugsweise in der Nähe jener mit der Sonne concentrischen Fläche haben, an welcher die Temperatur-Abnahme mit der Höhe ein Maximum ist. Da nun diese Fläche eine sphäroidale Gestalt mit ziemlich starker Abplattung hat (S. 154), so wird sie von jener Wärme-Welle zuerst erreicht werden in der Umgebung der Axe, später in mittleren Breiten und zuletzt unter dem Aequator.

In hohen Breiten wird die Wärme-Welle ein heftiges Aufstoßen von unten bewirken, aber — wie bereits auseinandergesetzt wurde (S. 154) —, keine metallischen Protuberanzen, sondern nur Fackeln und Wasserstoffprotuberanzen. Allmählich wird die Bewegung in tiefere Breiten herabrücken, und in der Breite von 40° können einzelne Protuberanzen bereits durchdringen. Damit beginnt dann ein neuer

Digitized by Google

Cyklus von metallischen Protuberanzen und Flecken. Noch später wird folgeweise unter 30°, 20°, 10° Breite die Zone sein, in welcher die Bedingungen für die Entbindung der Eruptionen am günstigsten sind, und wo dem entsprechend ein Maximum der Entwickelung von Protuberanzen und Flecken stattfindet. Es erscheint also nach dieser Theorie ganz naturgemäß, daß die mittlere Zone der größten Fleckenthätigkeit aus größeren Breiten (40°) allmählich gegen den Aequator hin wandern muß, wie es die Beobachtungen nach Spörers Entdeckung wirklich erkennen lassen. Am Aequator erlischt die Erscheinung, weil (cf. p. 155) die Energie des Aufstoßens aus der Tiefe zu gering wird. Aber bald darauf zeigen sich in höherer Breite bereits wieder die ersten Flecken als Vorboten einer neuen Periode, welche durch eine folgende Wärme-Welle herbeigeführt wird. —

Die Theorie der Sonne, soweit sie in Obigem dargestellt wurde, bezieht sich auf den eigentlichen sogen. Sonnenkörper. Wir wissen aber, daß um denselben herum noch eine gewisse andere Atmosphäre vorhanden ist, die sogen. Corona (v. p. 123). Dieselbe ist erst in den neuesten Zeiten eigentlich entdeckt worden, da es erst seit etwa ¼ Jahrhundert festgestellt ist, daß jener Glorien-Schein, welcher die Sonne bei totalen Finsternissen umgibt, wirklich auf eine zur Sonne gehörige, dieselbe umgebende sehr dünne Atmosphäre zurückzuführen ist.

Ueber die eigentliche Natur dieser Corona sind wir nun noch weniger aufgeklärt als über die übrigen Theile der Sonne. Ja auch die äußere Erscheinung derselben ist nur sehr mangelhaft durch Beobachtungen festgestellt. Die Ursache hievon liegt darin, daß eigentliche Beobachtungen der Corona nur während jener kurzen und seltenen Zeitabschnitte angestellt werden können, welche während einer totalen Sonnenfinsterniß verfließen. Diese wenigen Minuten sind dann noch gewöhnlich stark in Anspruch genommen durch die Beobachtung anderer Phänomene von größerer Wichtigkeit, so daß im Ganzen wenig Zeit und Aufmerksamkeit für die Beobachtung der Corona verwendet werden kann. Huggins hat allerdings versucht, die Corona auch außer der Zeit der Finsternisse an gewöhnlichen heiteren Tagen mittelst der Photographie zu beobachten; allein er ist damit einstweilen nur so weit gediehen, daß man mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten kann, daß das, was die Photographie darstellt, wirklich die Corona sei, und nicht etwa eine Diffractions-Wirkung der Sonnenstrahlen. Eine genauere Erforschung der Corona auf

Digitized by Google

Grund dieser Photographieen ist aber einstweilen noch ganz unmöglich[1]).

Die Beobachtungen während der Finsternisse haben nun ergeben, daß die Corona ein Gebilde von weit geringerer Constanz und Stabilität ist als die übrigen Bestandtheile der Sonne. Zwar ist die Gestalt und Structur der Corona im Verlauf von mehreren Stunden im allgemeinen ziemlich constant, da die Photographien derselben, welche an sehr weit von einander gelegenen Orten und somit zu verschiedenen Stunden während derselben Finsterniß angefertigt wurden, im allgemeinen das gleiche Aussehen bieten; und wahrscheinlich wird auch während etwas längerer Zeitabschnitte das allgemeine Aussehen der Corona sich nicht wesentlich ändern. Allein in größeren Zeitintervallen und von einer Finsterniß zu einer andern ändert sich die allgemeine Structur der Erscheinung meistens sehr gründlich. In diesen Aenderungen sieht man auch noch kaum eine Spur von einem gesetzmäßigen Verlauf. Doch das Eine ist mit ziemlicher Sicherheit festgestellt, daß um die Zeit der Flecken-Minima die Corona weit weniger ausgedehnt und weniger hell ist, und die großen Strahlen und Ausbuchtungen fehlen; während zur Zeit stärkerer Fleckenthätigkeit auch die Corona eine weit größere Ausdehnung hat und große lange Strahlen aus sich aussendet.

Diese eine Thatsache nun scheint schon genügend anzudeuten, daß die Corona von den tiefer liegenden Schichten und deren Bewegungen in ganz ähnlicher Weise beeinflußt wird wie z. B. die Chromosphäre. Wie in dieser sich die Wasserstoff-Protuberanzen bilden, wenn die Bewegungen der umkehrenden Schichte gegen oben in die Chromosphäre übergreifen (S. 136), und wie auch eben dieses Emporschleudern jener Schichte vorzugsweise dadurch herbeigeführt wird, daß Erhöhungen der Photosphäre (d. i. Fackeln) in dieselbe emporragen; ebenso wird auch die Corona in lebhafte Bewegungen versetzt, wenn Eruptionen aus den tieferen Schichten in dieselbe eindringen, seien es nun Wasserstoff-Protuberanzen aus der Chromosphäre, oder metallische Protuberanzen aus größeren Tiefen. Da nun diese Vorgänge eine Periode befolgen, welche ganz parallel mit der Periode der Fleckenbildung verläuft, so wird nothwendig auch die Corona am lebhaftesten

[1]) Nach den neuesten während der totalen Sonnenfinsternis vom 29. August 1886 angestellten Untersuchungen hat sich die Hoffnung des Mr. Huggins nicht bewährt, und auf seinen Photographien kommt gar nicht die eigentliche Corona zur Darstellung.

Digitized by Google

in ihrem Gleichgewichtszustand gestört und stärker agitirt erscheinen zur Zeit der Flecken-Maxima; am ruhigsten dagegen zur Zeit des Minimums der Fleckenthätigkeit.

Die Natur des Stoffes aber, aus welchem die Corona besteht, scheint es mit sich zu bringen, daß diese Bewegungen der Corona noch weit heftiger und großartiger sind als die eigentlichen Protuberanzen. Zwar wissen wir nicht viel Gewisses über die innerste Beschaffenheit dieses Stoffes; allein die Induction aus der ganzen übrigen kosmogonischen Theorie drängt uns zu der Annahme, daß derselbe gleichsam der letzte noch übrigbleibende Rest des ursprünglichen Nebels sei, aus welchem das Sonnensystem sich bildete. Deshalb wird er nicht nur vorzugsweise aus den allerleichtesten der wägbaren Stoffe bestehen (wie Wasserstoff, und der noch leichtere Stoff, dem die „Corona-Linie" 1474 K. eigen ist); sondern er wird auch noch stark mit gebundenem Aether untermischt sein, welcher die Atome in Form kleiner Hüllen umgibt, da er noch nie einer stärkeren Compression ausgesetzt war, welche diesen Aether in stärkerem Maaß hätte austreiben können. Deshalb wird dieser Stoff auch in seinen Eigenschaften einigermaßen dem Aether sich nähern. Folglich wird er vor den andern uns bekannten Gas-Arten sich auszeichnen durch eine große Beweglichkeit infolge der sehr geringen Masse der Atome und der starken Repulsivkräfte, welche dieselben umgeben, und durch eine große Empfindlichkeit und Reaction gegen die Einwirkung von Imponderabilien wie Wärme und Elektricität. Wenn also Protuberanzen sich hoch in die Corona hinauf erheben, dann wird in dieser selbst eine Bewegung entstehen müssen, welche zwar im allgemeinen den Protuberanzen analog ist, aber weit größere Dimensionen besitzt. So dürfte wohl die Entstehung jener riesigen Strahlenbildungen in der Corona zu erklären sein. Eine Bestätigung dieser Theorie dürfte in dem Umstand enthalten sein, daß nicht nur der Zeit nach die Intensität der Corona-Entfaltung mit der Intensität der Protuberanzenbildung gleichen Schritt hält — wie bereits erwähnt wurde —, sondern auch der räumlichen Ausdehnung nach jene gewaltigen Strahlenbildungen der Corona vorzugsweise in mittleren Breiten gegen den 30. Grad der Breite auftreten, in welchen auch die Protuberanzen ihre größte Intensität entfalten. Noch mehr: bei den meisten genaueren Zeichnungen oder Photographieen der Corona, in welchen gleichzeitig auch die Protuberanzen dargestellt sind, kann man wahrnehmen, daß die besonders stark ausgebildeten Strahlen der Corona von solchen

Digitized by Google

Gegenden des Sonnenrandes ausgehen, in denen eine stärkere Bildung von Protuberanzen sichtbar ist. Und wo eine solche Protuberanz nicht sichtbar ist, da kann es ja recht wohl sein, daß dieselbe doch vorhanden ist, aber in einiger Entfernung diesseits oder jenseits des Sonnen-Randes, so daß die Protuberanz verdeckt wird.

Anderseits unterliegt aber der Stoff der Corona ganz ähnlichen Gesetzen wie die bekannten Gase, obgleich man fast sagen könnte, daß jener sich in einem andern Aggregatszustand befinde. Deshalb ist in den tieferen Theilen der Corona die Temperatur eine höhere. Und wenn sie auch nicht so hoch ist, daß ein wirkliches Glühen des Stoffes stattfindet, so ist sie doch hinreichend, um unter Mitwirkung des noch reichlich vorhandenen gebundenen Aethers eine schwache Licht-Erscheinung hervorzubringen, welche eben in der hellen „Corona-Linie" 1474 K. ihre concentrirte Wirkung zeigt. Ganz Aehnliches findet ja auch bei den Nebelflecken und bei den Kometenschweifen statt (cf. sup. S. 29). Auch die Wasserstofflinien C, F, h sind sichtbar, aber sie reichen nicht in so große Höhen wie 1474 K. In größerer Höhe aber wird der Stoff durch die dynamische Abkühlung infolge der Ausdehnung auf eine so tiefe Temperatur gebracht, daß weder die Wasserstoff-Linien noch auch selbst die Corona-Linie noch hell erscheinen. Deshalb ist in den großen Strahlen der Corona keine helle Linie sichtbar, obgleich der Stoff dort offenbar vorhanden ist. Derselbe leuchtet daselbst eben nicht mehr durch eigenes Licht in Verbindung mit reflectirtem Sonnenlicht, sondern nur noch durch solches reflectirtes Licht. Deshalb sieht man in jenen Strahlen ein schwaches Sonnen-Spectrum mit den gewöhnlichen Fraunhofer'schen Linien, aber keine hellen Linien mehr, wie sie in geringeren Höhen neben dem Sonnenspectrum auftreten [1]). Diese Reflexion selbst geschieht aber zum Theil an den Molekeln des Gases selbst und zum Theil an den kleinen Partikeln kosmischen Staubes (meteorischen Ursprunges), welcher in demselben suspendirt ist. Hieraus erklärt sich, daß das Licht der Corona und ihrer Strahlen polarisirt ist in der Richtung gegen die Sonne hin. —

Die Corona ist indeß noch nicht das Höchste auf der Sonne,

[1]) Wenn dies begründet ist, dann scheint darin ein Grund zu liegen, wegen dessen eine Photographierung der Corona an gewöhnlichen Tagen nicht zum Ziele führen kann. Denn die Möglichkeit einer solchen beruht ja eben darauf, daß das Licht, welches die Corona aussendet, in einer oder einigen hellen Spectrallinien oder Banden condensirt auftrete.

Digitized by Google

was einer Erklärung bedarf. Viel weiter noch als sie erstreckt sich der Einfluß, nicht blos der Sonne im allgemeinen, sondern auch der Vorgänge, welche sich auf der Sonne abspielen. Es wurde bereits erwähnt (S. 122), daß die Protuberanzen- und Flecken-Thätigkeit der Sonne in innigem Zusammenhang steht mit den Polarlichtern und gewissen Erscheinungen des Magnetismus der Erde. Es kann als völlig erwiesen angesehen werden, daß die Periode der Intensität jener Sonnen-Thätigkeit vollkommen parallel geht mit den Perioden, welche in der Intensität der Polarlichter und in der Größe der Schwankungen der erdmagnetischen Elemente (hauptsächlich der Deklination) auftreten. Nicht nur das, sondern auch einzelne besonders heftige Vorgänge auf der Sonne machen sich sofort, und wie es scheint fast augenblicklich, durch eine Verstärkung oder Störung jener geophysikalischen Vorgänge bemerkbar.

Eine vollständige Erklärung dieses Zusammenhanges ist noch nicht gegeben worden. Manche Astro-Physiker sind der Ansicht, daß bisweilen durch besonders heftige Eruptionen auf der Sonne Theile der dortigen Massen eine so große Geschwindigkeit erlangen, daß sie der Anziehungskraft der Sonne gänzlich sich entreißen und in den Weltraum zu fernen Himmelskörpern, und somit auch auf unsere Erde entfliehen können, um dort Erscheinungen zu bewirken, welche wir als Nordlichter oder als Störungen des Erdmagnetismus beobachten. Diese Annahme enthält an sich keine Unmöglichkeit; doch ist sie bis jetzt auch in keiner Weise empirisch nachgewiesen worden. Damit ein Theil der Sonnenmasse von der Attraction der Sonne vollständig emancipirt und fortgeschleudert würde, müßte er eine Geschwindigkeit besitzen, welche wenigstens $v = \sqrt{2 M g r^2 : m R} = 617 \cdot 0$ KM $= 83 \cdot 16$ g. Meilen betrüge. Es ist aber noch nie eine Bewegung auf der Sonne mit Sicherheit nachgewiesen worden, deren Geschwindigkeit auch nur 70 g. Meilen erreicht hätte. Außerdem würde selbst bei jener Anfangsgeschwindigkeit eine Zeit von $27 \cdot 4$ Tagen verstreichen, bis der Stoff auf der Erde anlangen könnte. Sollte die Masse gerade nur bis zur Erde gelangen, so müßte $v = 82 \cdot 96$ g. Meilen sein, die Zeit aber wäre $= 63 \cdot 7$ Tage. In Wirklichkeit ist aber, wie es scheint, die Wirkung fast augenblicklich wahrnehmbar, und die Mittheilung scheint mit der Geschwindigkeit des Lichtes zu erfolgen.

Andere Physiker halten dafür, daß auf der Sonne nicht blos heftige Bewegungen der wägbaren Stoffe, sondern auch kräftige elektrische Ströme bestehen, und daß durch starke Schwankungen derselben

Digitized by Google

eine Alterirung der tellurischen Zustände herbeigeführt werde. Auch diese Annahme ist im Princip nicht unmöglich. Indeß scheinen doch die Strömungen, welche wir auf der Sonne annehmen können, viel zu schwach zu sein und eine relativ viel zu geringe Dimension zu besitzen, als daß aus ihnen so stark hervortretende Aenderungen auf der Erde mit Wahrscheinlichkeit abgeleitet werden könnten.

Eine andere Gestalt scheint aber die Frage zu gewinnen, wenn wir außer den Vorgängen in der Sonne selbst auch noch die Corona mit in Erwägung ziehen. Es wäre wohl recht gut möglich, daß Theile der Corona, welche in Strahlen auslaufen, eine solche Geschwindigkeit besäßen, daß sie ganz von der Sonne weg geschleudert würden, ohne daß wir eine solche Bewegung nachzuweisen im Stande wären. Dennoch scheint diese Hypothese eines physischen Transportes des Corona-Stoffes nicht die wahre Erklärung jener Erscheinungen zu enthalten, theils wegen der bereits erwähnten Gleichzeitigkeit der Erscheinungen mit den Vorgängen auf der Sonne, theils auch weil es sich bei genaueren spektroskopischen Untersuchungen herausgestellt hat, daß die Corona-Linie 1474 K. nicht identisch ist mit einer von den fünf Nordlicht-Linien, wie man lange Zeit auf die Auctorität Winlock's hin angenommen hatte.

Eine größere Wahrscheinlichkeit besitzt sonach die zweite Erklärungsweise. In der That ist es schon a priori sehr wahrscheinlich, daß jene gewaltigen Strömungen der Corona einen inducirenden Einfluß auf die elektrischen Ströme in der Erde und auf die Elektricität der höheren Regionen der Atmosphäre ausüben, und dadurch sowohl Störungen der erdmagnetischen Elemente als auch Nordlichter hervorbringen können. Denn jene Strömungen haben enorme Dimensionen und wahrscheinlich auch sehr große Geschwindigkeiten. Ferner ist dieser Stoff aller Wahrscheinlichkeit nach sehr stark mit Aether untermischt. Gemäß erd einzigen plausiblen Theorie über das Wesen der Elektricität besteht aber diese eben in nichts anderem als in einem Ueberschuß an Aether; und elektrische Ströme sind nur „strömender Aether". Wenn diese ganz annehmbare Theorie wirklich begründet ist, dann erscheint es vollkommen naturgemäß, daß zwischen den Erscheinungen der Protuberanzen einerseits und den Polarlichtern und erdmagnetischen Störungen anderseits ein enger Nexus und Parallelismus bestehen muß, wie er thatsächlich beobachtet wird. —

Können wir sonach für alle wichtigeren Erscheinungen, die an der Sonne beobachtet werden, eine wenigstens einigermaßen befriedigende

Digitized by Google

Erklärung geben, so ist doch die ganze Theorie auch einigen erheblichen Schwierigkeiten ausgesetzt. Die wichtigsten und interessantesten derselben müssen wir noch kurz in Betrachtung ziehen.

Eine Schwierigkeit liegt darin, daß nach der gegebenen Theorie die Absorption des Lichtes durch die um die Sonne befindlichen Schichten von Metalldämpfen, Chromosphäre und Atmosphäre eine weit stärkere sein müßte, als wirklich beobachtet wird. Nach der Berechnung von Pickering werden von den Strahlen, welche von der Sonne senkrecht ausgehen, in deren Umhüllungen 74% absorbirt (nach Vogel's Berechnungen noch weniger), während die Atmosphäre der Erde von den senkrecht durchgehenden Strahlen etwa 20·6% absorbirt. Die absorbirende Wirkung jener gewaltigen Schichten würde also nicht stärker sein als unsere Atmosphäre bewirken würde, wenn sie 5·8 oder ca. 6mal mehr Masse hätte; während doch in Wirklichkeit jene Schichten gewiß viele 100mal mehr Masse enthalten müßten, als auf gleicher Fläche unsere Atmosphäre.

Hiegegen ist indeß zu bemerken, 1. daß diese Schwierigkeit eigentlich nicht gegen die obige Theorie gerichtet ist, sondern vielmehr gegen Thatsachen, welche aus den Beobachtungen ohne alle „Sonnen-Theorie" sich ergeben. Denn, daß jene Schichten in den angegebenen Dimensionen existiren, ist ein directes Ergebniß von vielfach angestellten messenden Beobachtungen; und über die Natur der Schichten geben die Principien der Spectroskopie sicheren Aufschluß. Offenbar kann also die Schwierigkeit nicht auf Wahrheit beruhen. 2. Wir werden sonach zu der Annahme gedrängt, daß in der That jene Gasschichten auf der Sonne eine verhältnißmäßig weit schwächere Absorption bewirken, als unsere Atmosphäre. Dies enthält aber auch nichts Befremdendes, da wir wissen, daß unsere Atmosphäre durchaus nicht aus völlig reinen Gasen besteht. In derselben ist immer eine große Quantität Wasserdampf enthalten, und in den höheren Regionen ist derselbe zu sehr kleinen Tröpfchen oder Eiskrystallen condensirt. Außerdem ist auch wirklicher Staub reichlich in der Atmosphäre enthalten, wie man auf hohen Gebirgen noch in 12—15000 Fuß Höhe nachweisen kann, sei derselbe nun von der Erde emporgehoben, oder sei es vulkanischer Staub, ähnlich demjenigen, welcher anno 1883 besonders massenhaft durch den Krakatoa in die Atmosphäre geblasen wurde, oder sei er kosmischen Ursprunges. Auf der Sonne wird solcher Staub nur in weit geringerem Verhältniß vorhanden sein;

Digitized by Google

und dann ist naturgemäß auch die Absorption der Lichtstrahlen in den dortigen Schichten eine verhältnißmäßig weit geringere.

Eine andere gewichtigere Schwierigkeit entsteht aus den Principien der Spectroskopie. Nach denselben werden nämlich die Spectrallinien leuchtender Gase sehr verbreitert, sobald dieselben einem hohen Druck oder hoher Temperatur ausgesetzt sind. Die umkehrende Schicht der Sonne und die Chromosphäre sind aber nach obiger Theorie einem enormen Druck und äußerst hohen Temperaturen ausgesetzt, und geben doch sehr feine scharfe Spectrallinien.

Auch gegen diese Schwierigkeit gilt die erste der soeben gemachten Bemerkungen. Daß der Druck und die Temperatur in jenen Schichten sehr intensiv sind, kann als ein Factum angesehen werden, welches unabhängig von jeder Theorie der Sonne ist. Um logisch richtig vorzugehen, müssen wir also vielmehr das angeführte spectroskopische Princip in Zweifel ziehen, als das Vorhandensein des gewaltigen Druckes und der hohen Temperatur auf der Sonne. Zudem haben wir aber auch von rein physikalischem Standpunkt aus einen guten Grund, durch welchen die Wahrheit jenes Principes sehr in Frage gestellt erscheint. Der Beweis für dasselbe wird nämlich erbracht durch Beobachtungen an Geißler-Röhren unter verschiedenem Druck der eingeschlossenen Gase. Wenn der Druck ein größerer wird, werden allerdings die Spectrallinien breiter und verwaschen. Allein die Temperatur bei der elektrischen Entladung ist dann auch eine höhere. Man hat nun lange gestritten, ob die Verbreiterung eine Folge des stärkeren Druckes oder der höheren Temperatur sei. Man nimmt ziemlich allgemein das letztere an; allein man scheint ganz übersehen zu haben, daß noch ein dritter Umstand dabei im Spiel ist, dem die Wirkung zugeschrieben werden kann. Die Wahrheit dürfte vielmehr sein, daß weder dem stärkeren Druck noch auch der höheren Temperatur die Erscheinung zuzuschreiben sei oder doch nur zum geringen Theil; sondern vielmehr der Hauptsache nach der heftigeren Erschütterung, welche die Atome durch die gewaltsame elektrische Entladung erleiden. In den Dampf- und Gas-Schichten der Sonne ist allerdings ein sehr hoher Druck und eine enorme Temperatur vorhanden, aber es fehlt dort jene heftige Erschütterung der Atome. Deshalb werden auch die intramolekularen Schwingungen ganz ungestört, den die Atome verbindenden Kräften entsprechend, sich vollziehen können, und demgemäß auch feine scharfe Spectrallinien erzeugen. Eine Verbreiterung der Linien wird nur dann eintreten, wenn diese

Digitized by Google

Atomkräfte selbst durch das Eingreifen einer neuen Kraft alterirt und in ihrer Wirkung gestört werden, was eben durch eine mehr gewaltsame elektrische Entladung geschieht.

Ist diese Anschauungsweise — wie es scheint — begründet, dann fällt nicht nur diese Einwendung gegen die gegebene Theorie der Sonne; sondern unsere spectroskopischen Principien selbst erfahren eine Berichtigung, und die kosmische Physik ist wieder einmal unserer Kabinets-Physik zu Hilfe gekommen, indem sie die gleiche Erscheinung unter Umständen bietet, welche wir in unseren Kabineten nicht herzustellen vermögen, und so auf eine richtigere Interpretation der beobachteten Erscheinungen leitet.

Ein weiteres Bedenken kann darin gefunden werden, daß die oben gegebene Erklärung des intensiven Lichtes der Photosphäre im Widerspruch steht mit dem oben (S. 117) erwähnten „Gesetz von der „kritischen Temperatur". — Indeß so wenig der Widerspruch geleugnet werden kann, so wenig ist derselbe entscheidend. Es ist vielmehr zu erwägen, das jenes physikalische „Gesetz" noch sehr weit davon entfernt ist, streng und allgemein bewiesen zu sein. Es ist nur mit großer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen für die Dämpfe von einigen Flüssigkeiten, und nur bis zu verhältnißmäßig geringen Drucken. Für Drucke von 300mal größerer Intensität, und für Dämpfe von Metallen liegen gar keine Versuche vor; noch weniger für die Dämpfe von Kohlenstoff, Bor und Silicium, welche eigentlich allein hier in Betracht kommen. Es scheint sonach nicht begründet, daß wegen einiger weniger Kabinets-Versuche und eines darauf gestützten höchst unvollständigen Inductionsbeweises eine wohlbegründete Theorie der kosmischen Physik als unrichtig erklärt, oder auch nur gehemmt und ernstlich beanstandet werde. Vielmehr dürfte auch hier die Kabinets-Physik einige Belehrung von Seite der kosmischen Physik annehmen. —

Digitized by Google

VII. Ueber die langen Zeiträume der Vergangenheit.

In den im Obigen durchgeführten Untersuchungen wurde das große Werk der Entstehung und Ausbildung des Universum's und unseres Sonnensystem's im Besondern auseinandergesetzt. Für den allerersten Anfang ist die sogen. exacte Wissenschaft vollkommen außer Stand, ein gewichtiges Wort mitzureden; und deshalb wurden dafür mehr philosophische Erwägungen in Betracht gezogen. Für die weitere Ausbildung des einmal gegebenen Urstoffes jedoch ist vor allem die rein wissenschaftliche Untersuchung maßgebend; und es wurde auch gezeigt, daß dieselbe vollständig ausreiche zur Erklärung der Ausgestaltung des Weltall's und der einzelnen Himmelskörper in ihrer äußeren Gestalt und Bewegung, ohne daß ein nochmaliges oder wiederholtes Eingreifen der Macht des Schöpfers dazu erforderlich erscheine. Dieser durch wissenschaftliche Untersuchungen vermittelten Erkenntniß der Art und Weise, *wie* die Entwicklung vor sich gegangen sei, und welche Einrichtung und noch fortdauernde Thätigkeit auf den einzelnen Himmelskörpern stattfinden mag, war der weitaus größte Theil jener Aufsätze gewidmet.

Aber noch manche andere interessante Fragen und Betrachtungen knüpfen sich an die kosmogonischen Theorien, welche zum Theil wiederum durch wissenschaftliche Erörterungen allein eine befriedigende Lösung finden können, zum Theil aber auch nur mit Hilfe einer mehr philosophischen oder theologischen Speculation durchgeführt werden können. Der Gegenstand jener Theorien, das materielle Universum nämlich, ist eben einer von jenen, welche ihrer Natur nach nicht einer einzigen Erkenntnißweise angehören. Es ist vielmehr wie ein Grenzgebiet zwischen mehreren Reichen menschlicher Erkenntniß; und in vollkommener Weise könnte es nur dann aufgefaßt und dargestellt werden, wenn diese verschiedenen Erkenntnißweisen, welche uns die Astronomie, Physik und naturhistorische Wissenschaften bieten, in harmonischem Zusammenwirken mit philosophischer Speculation und mit den Lehren der christlichen Offenbarung den Gegenstand behandelten. Eine solche

Digitized by Google

allseitige und zugleich gründliche Behandlung ist nun gerade nicht der Zweck der noch folgenden Untersuchungen. Aber einige der wichtigeren dahin gehörigen Fragen, welche ein größeres Interesse bieten, sollen doch einigermaßen einläßig erörtert werden.

Eine der interessantesten Fragen ist nun ohne Zweifel die, welche sich auf die Länge der Zeiträume bezieht, welche für die kosmogonischen Entwickelungen als nothwendig angesehen werden. Es ist nicht nur die in den obigen Aufsätzen ausgeführte kosmogonische Theorie, welche Zeiträume von vielen Jahrmillionen als nothwendig postulirt, sondern es gibt überhaupt kein kosmogonisches System, welches auf wissenschaftlichen Gehalt Anspruch machen könnte, in dem nicht ähnliche Zeiträume als für die Ausbildung des Universum's nothwendig hingestellt werden. Diese Ansicht muß also wohl eine gut begründete sein. Aber ganz naturgemäß knüpfen sich hieran zwei wichtige Fragen: 1. Welche Stellung hat diesen Zeiträumen gegenüber die christliche Philosophie und Theologie?, und 2. Wie lange mögen dieselben wohl gewesen sein?

1. Wenn wir fragen, ob vom Standpunkt der christlichen Philosophie und Theologie jene immensen Zeiträume als zuläßig erscheinen, so wird das wohl allen Denen, welche sowohl von Jugend auf an dem Christenthum festhielten, als auch in den neueren Fortschritten der Wissenschaft gut unterrichtet sind, befremdlich erscheinen. Denn soweit sie auch in die kosmogonischen Theorien eindringen, sie finden in keinem Punkt einen Widerspruch mit den geoffenbarten Lehren. Sie haben hierin vollkommen Recht. Aber die allgemeine Ansicht war nicht immer eine solche; und auch noch jetzt gibt es viele gelehrte Männer, welche die Annahme von so immensen Zeiträumen nicht blos als verfehlt ansehen, sondern auch vom kirchlichen und philosophischen Standpunkt aus als durchaus unzuläßig verurtheilen. Gelinde gesagt, finden wir eine starke Abneigung und Mißtrauen gegen solche „neoterische" Lehren, als ob durch dieselben ein unheilbarer Bruch zwischen Wissenschaft und Offenbarung vorbereitet oder herbeigeführt würde.

Wenn eine solche Anschauung wirklich begründet und ihre Richtigkeit klar nachweisbar wäre, dann würden wir ohne Zweifel jene Lehren der Kosmogonie als unrichtig ansehen müssen, und denken, daß entweder bei der Nachweisung derselben in der Theorie irgend ein verdeckter Fehler gegen die Logik enthalten sein müsse, oder aber daß es wohl so hätte sein können, wie die Kosmogonie lehrt, daß

Digitized by Google

aber in Wirklichkeit der Schöpfer nach der ihm unbedingt zustehenden Macht den Weg der langsamen Entwickelung der Schöpfung durch die in derselben liegenden Kräfte verlassen und durch ein neues Eingreifen seiner Macht die Ausbildung derselben auf einem weit kürzeren Weg herbeigeführt habe. Keine wissenschaftliche Erörterung ist ja im Stand zu beweisen, daß dies unmöglich sei. Die Schönheit und die innere Harmonie der kosmogonischen Theorie kann es höchstens nur als sehr unwahrscheinlich erscheinen lassen, daß die Entwickelung auf einem gänzlich verschiedenen sehr kurzen Weg geschehen sei; aber absolute Gewißheit darüber, wie es de facto geschehen sei, kann sie nicht bieten, als höchstens denjenigen, welche überhaupt den Glauben an einen mit freiem Willen waltenden Schöpfer verloren haben.

Wir wissen auch, daß alle menschlichen Wissenschaften mit den Lehren der Offenbarung harmoniren müssen, eben weil die übernatürliche Offenbarung nicht minder als die natürliche in der Schöpfung selbst gelegene, von Gott, dem Urquell aller Wahrheit, ausgeht, und folglich ein wirklicher Widerspruch nicht bestehen kann. Aber was die Vernunft verlangen muß, das ist, daß wir die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungen nicht verlassen, und das Eingreifen einer höheren Macht annehmen, wenn der Widerspruch, in welchen wir uns sonst mit den geoffenbarten Lehren setzen würden, nicht ein offenbarer und evident nachweisbarer ist. Wenn dies der Fall wäre, dann wäre es nicht eine Einschränkung der Freiheit der Wissenschaft, daß sie verpflichtet sei, ihre Resultate nach den Lehren der Offenbarung zu corrigiren, sondern das ist ein heilsames Präservativ gegen Abirrungen von dem richtigen Weg der wahren Forschung.

Gibt es nun in unserem Fall irgend eine klare und sichere Lehre der Offenbarung, welche mit der kosmogonischen Lehre von unermeßlich langen Zeiträumen in evidentem unlösbarem Widerspruch stände? Eine solche existirt absolut nicht. Denn daß wir die sogenannten sechs Tage der biblischen Schöpfungsgeschichte als wirkliche natürliche Tage von 24 Stunden ansehen müßten, und daß der erste dieser Tage mit der ersten Entstehung des Welt-Stoffes beginnen müsse, das ist eine längst als unhaltbar erwiesene Behauptung. Es gibt keine kirchliche Lehre, durch welche in Bezug auf die Annahme unermeßlicher Zeiträume auch nur die geringste Schranke gesetzt wäre.

Aber vielleicht könnte es doch eine solche Lehre geben, welche mittelbar d. h. in Verbindung mit einer anderweitigen soliden Specu-

Digitized by Google

lation mit jenen Theorien in Widerspruch käme? In der That wurde mir einst eine solche Einwendung von einem „speculativen Kopf“ gemacht, nämlich: Die ganze Schöpfung muß einen vernünftigen Zweck haben — und zwar die Verherrlichung Gottes. Nun aber hätte die Existenz des Weltall's durch alle jene unermeßlichen Zeiträume hindurch, da noch kein lebendes denkendes Wesen in demselben existirte, keinen vernünftigen Zweck. Also haben jene Zeiträume nie bestanden. — Ich erwähne diese Einwendung nicht, weil sie wirklich von besonderer Wichtigkeit wäre, sondern damit man an einem Beispiel sehe, wie leicht es sei, durch aprioristische Speculationen unter dem Scheine einer strengen logischen Consequenz zu unrichtigen Schlüssen geführt zu werden. Man kann die Schwierigkeit leicht entkräften, indem man den „Untersatz“ (oder die „minor“) als unrichtig erklärt. Nämlich 1°. dürfte derselbe höchstens aussagen daß wir keinen vernünftigen Zweck wüßten, nicht aber daß ein solcher überhaupt nicht vorhanden sein könne. Das sind zwei sehr verschiedene Dinge, und das zweite folgt durchaus nicht aus dem ersten. Damit ist dem Beweis alle Kraft genommen. Diese allgemeine Antwort ist aber wohl der Beachtung werth, weil sie in manchen ähnlichen Fällen gegen eine derartige Beweisführung einer übermäßigen Speculation ihre Geltung hat, wo es sich darum handelt, ob Gott etwas gethan habe oder nicht, und ob er es in dieser oder jener Weise eingerichtet habe. Es liegt in der That eine nicht geringe Anmaßung darin, wenn wir unsere beschränkte menschliche Einsicht und Auffassung so hoch stellen, daß wir behaupten, Gott müsse nothwendig die gleiche gehabt, und folglich auch darnach gehandelt haben. — 2°. Ferner aber kann man auch verneinen, daß wir gar keinen vernünftigen Zweck in jenen langen Zeiträumen finden und angeben könnten. Im Gegentheil möchte es scheinen, daß die unermeßlichen Zeiträume, durch welche das Universum bestanden hat, vollkommen im Einklang stehen mit dem ersten und Haupt-Zweck der Schöpfung, daß sie nämlich als ein schwacher Reflex der Herrlichkeit Gottes, dessen Eigenschaften unserer Erkenntniß näher bringen und so zu seiner Verherrlichung beitragen und anregen soll. Finden wir in der räumlichen Unermeßlichkeit des Universum's einen schwachen Reflex der Unendlichkeit Gottes, durch welchen wir zu Staunen und Anbetung angeregt werden; weshalb sollte nicht auch in der zeitlichen Unermeßlichkeit des Universum's ein Abglanz der wahrhaft unendlichen Ewigkeit Gottes uns geboten sein. Alle Eigenschaften Gottes enthalten für uns ein Geheimniß, indem sie die Fassungskraft

Digitized by Google

unseres Verstandes weit übersteigen; aber es scheint, die Ewigkeit Gottes, ohne allen Anfang, sei noch ein größeres Geheimniß als die räumliche Unendlichkeit. Deshalb möchte es der Weisheit des Schöpfers sogar noch mehr entsprechen, daß uns diese seine unergründliche Eigenschaft durch eine einigermaßen analoge Eigenschaft des Weltall's in etwa näher gebracht werde, als daß seine Unendlichkeit durch die räumliche Unermeßlichkeit des Universum's einigermaßen uns anschaulicher gemacht werde. Wenn uns also die wissenschaftlichen Forschungen zur Annahme von 10 oder 1000 Millionen oder auch selbst einer Billion von Jahren führen sollten, so wird der gläubige Christ, ja auch jeder vernünftige Mensch, denken: „Aelter ohne jeden Vergleich als alles dieses stoffliche Gerüste ist derjenige, der es geschaffen hat, von dem der Psalm (89.2) sagt: „Ehe die Erde ward und der Welten Raum, bist du Gott von Ewigkeit." Ist eine solche Erhebung zu Gottes Größe nicht ein des Schöpfers würdiger Zweck? Und würde derselbe erreicht werden, wenn wir wüßten, daß die ganze Geschichte der Welt nicht weiter zurückreiche als etwa zehn Menschenleben wie dasjenige von Adam oder Methusalem und vieler anderer war, und wenn Alles gleichsam mit Ueberstürzung vollendet worden wäre, ohne daß den einzelnen Stadien Zeit gelassen worden wäre, nach den inneren Anlagen und Kräften sich zu entwickeln?

Nehmen wir aber noch dazu, daß auch andere Eigenschaften Gottes in diesen Zeiträumen sich offenbaren und dieselben sehr wesentlich dem zweiten Hauptzweck der Schöpfung dienen, welcher das Wohlergehen der Geschöpfe selbst ist, so wird von der aufgestellten Schwierigkeit sehr wenig übrig bleiben. Die ganze Entwickelung des Universum's diente ja doch in jedem Stadium der Vorbereitung des gegenwärtigen vollkommensten Zustandes. Darin allein liegt doch schon ein hinreichender vernünftiger Zweck. Aber noch mehr, die ganze Entwickelung geschieht durch die Kräfte und anfängliche Anordnung, welche der Schöpfer in den Stoff gelegt hat, und nach den von ihm festgestellten Gesetzen. Und der Stoff sowohl wie die Kräfte bedürfen der fortwährenden Erhaltung durch Gott; und ohne Sein Mitwirken würde kein geschaffenes Ding irgend etwas wirken, oder auch nur fortbestehen können. Durch alle jene Zeiträume hindurch vollzog sich also auf Gottes Geheiß die Vorbereitung und Herrichtung der Wohnung für den viel später kommenden Herrn der Schöpfung, den Menschen. Ja man kann ganz richtig sagen: Gott selbst war so lange Zeit fortwährend für den Menschen thätig. Die ganze Ausbildung

Digitized by Google

der todten Natur, die ganze Entfaltung des Pflanzen- und Thierreiches war für den Menschen bestimmt, damit er nicht nur die Bedürfnisse für sein Leben, sondern auch die Mittel für ein angenehmes Leben, die verschiedensten Arten von Rohstoffen, Metallen u. s. w. sehr reichlich vorfinde. Lange bevor er erschien, mußten die riesigen Bäume der Vorzeit, Jahrmillionen hindurch ihre Zersetzungsproducte abgeben, damit sie tief in der Erde als unerschöpfliche Kohlenlager aufgespeichert würden, auf daß die Menschen auch ihre Lieblings-Neigung, die Industrie, betreiben könnten. Zeigt uns das nicht die unendliche Güte des Schöpfers? Sagt uns nicht hier das Buch der Natur dasselbe, was uns schon vor drittehalb Jahrtausenden das Buch der Offenbarung gesagt hat: „In caritate perpetua dilexite“ (In ewiger Liebe habe ich dich geliebt“ Jer. 31.2.)? Und ist diese Erkenntniß nicht ein Sporn für den betrachtenden Menschen, für so unermeßliche Zeiträume, durch welche Gott für ihn thätig war, wenigstens die kurze Spanne Zeit dieses Lebens hindurch auch Gott den gebührenden Dank zu bezeigen und seinem Wohlgefallen entsprechend thätig zu sein? Und in welchem Licht erscheint dagegen die Kurzsichtigkeit und der Unverstand der Menschen, welche oft in einigen Augenblicken in Bezug auf sich selbst den Zweck vereiteln, welchen ihr Schöpfer so viele Jahrmillionen hindurch beständig vor Augen hatte und vorbereitete! Zeigen uns solche und ähnliche Betrachtungen nicht einen mehr als hinreichenden Zweck, der durch die langen Zeiträume erreicht wird? Und dies gilt gerade ganz besonders für christliche Philosophen, deren Speculationen auf die Wahrheiten der Offenbarung sich stützen sollen, und die dennoch meinen, aus Rücksicht auf die Offenbarung seien jene Zeiträume zu verwerfen und zu leugnen! —

Von größerem Interesse, aber auch schwieriger zu beantworten, ist die zweite Frage, wie groß wir uns jene Zeiträume etwa vorzustellen haben. Eine bestimmte Antwort auf dieselbe ist, wie aus dem Obigen erhellt, nur von den empirischen wissenschaftlichen Untersuchungen zu erwarten. Doch kann von einer genauen Ermittelung der Länge jener Perioden keine Rede sein; und noch kein vernünftiger Naturforscher hat je prätendirt, eine solche zu liefern. Es handelt sich hier nicht darum, eine Bestimmung der Dauer etwa auf 5 oder 10 Percent des Ganzen zu erlangen; sondern wenn wir der Wahrheit bis auf 100 oder 200 Percent uns nähern können, d. h. so daß wir sehr wahrscheinlich nicht im Verhältniß 2 : 1 oder 3 : 1

Digitized by Google

das Richtige verfehlen, so hätten wir vielleicht Alles erreicht, was sich überhaupt in dieser Sache erreichen läßt. Wir hätten dann doch immerhin mit einiger Annäherung die Wahrheit erkannt; und es wäre auch wenigstens der positive Vortheil gewonnen, daß die völlige Willkür, mit welcher von Anhängern Darwin's Zeiträume von uneinschränkbarer Länge postulirt werden, in die gebührenden Grenzen zurückgewiesen wäre.

Die Frage nach der absoluten Dauer der kosmogonischen Zeiträume gliedert sich nun von selbst in einzelne Theil-Fragen, je nach dem Gegenstand, welcher in Betrachtung gezogen wird. Die zunächst liegende Frage betrifft die geologischen und geogonischen Perioden. Dabei werden wir, um die Begriffe mehr zu fixiren, die geogonischen Perioden als mit dem ersten Erscheinen einer starren Erdkruste beginnend ansehen, die geologischen aber von der Zeit an, da bereits ein Urmeer existirte und Festländer sich aus demselben erhoben hatten. Weiter zurück liegen jene Zeiträume, welche man allenfalls auch im weiteren Sinne geogonisch nennen könnte, während welcher die Erde von ihrem ersten Anfang bis zur Ansammlung ihrer ganzen Masse in Gasform, und von da bis zur Verdichtung zu einem feurigflüssigen Kern und Abkühlung bis zum Anfang einer Kruste sich ausbildete. Noch ferner zurück reichen die kosmogonischen Zeiträume, während deren das ganze Sonnensystem von dem Zustand eines immensen abgeplatteten Gasballes bis zur jetzigen Gestaltung sich entwickelte. Und endlich am weitesten zurückliegend sind jene kosmogonischen Zeiträume, in welchen aus dem ersten allgemeinen Urnebel sich allmählich die großen rotirenden Nebelbälle bildeten, aus denen dann die Planetensysteme unserer Sonne und der andern Fixsterne entstehen sollten.

Es liegt auf der Hand, daß diese verschiedenen Zeiträume, welche im Allgemeinen auf einander folgten, nicht mit gleicher Sicherheit abgeschätzt werden können. Ganz entsprechend dem, was früher gesagt wurde (S. 12), können wir in der Bestimmung der uns zunächst liegenden geologischen Perioden eine verhältnißmäßig größere Genauigkeit erreichen, etwa die, welche oben angegeben wurde. Die Genauigkeit nimmt aber umsomehr ab, und geht fast in völlige Unbestimmtheit über, jemehr die Zeiträume zurückliegen und einer Entwickelungs-Stufe des Kosmos angehören, in welcher nur sehr weniges gefunden wird, was mit den Vorgängen unserer Zeiten eine Aehnlichkeit oder Analogie besitzt.

Um also zunächst auf die erste und wichtigste der angeführten

Digitized by Google

Fragen zu kommen, nämlich über die Länge der geologischen Perioden, so ist bekannt, daß man die richtige Antwort auf diese Frage auf sehr verschiedenen Wegen gesucht hat. Die verschiedensten säculären Vorgänge, welche auf der Erde stattfinden, hat man dazu benutzt, wie z. B. die Bildung der großen Flußdelta's, die allmähliche Ueberdeckung von Tiefländern durch angeschwemmtes Erdreich oder Schlamm, und anderseits die Aushöhlung von Flußbetten durch Auswaschung, endlich die Entstehung der sedimentären Formationen selbst, welche in ihrer Gesammtheit eine Mächtigkeit von fast 100 km besitzen. Diese Untersuchungen sind höchst interessant und auch schon vielfach behandelt und ihrem wahren Werth nach dargestellt worden. Doch sie gehören mehr in das spezielle Gebiet der Geologie und können nicht mit einiger Sicherheit durchgeführt werden, wenn nicht ein einläßliches Studium über sehr viele begleitende Umstände darauf verwendet wird, was über den Rahmen dieser Arbeit weit hinausgehen würde. Auch ist einleuchtend, daß aus den drei ersten der angeführten und anderen ähnlichen Vorgängen nur ein Schluß gezogen werden könnte auf die Zeiträume, während welcher die Erde bereits die Configuration von Continenten, Flüssen und Meeren besaß, welche gegenwärtig besteht. Die Entstehung der sedimentären Schichten reicht zwar weiter zurück, ist aber dafür als Maßstab für eine absolute Zeitbestimmung noch weit unsicherer als die andern Vorgänge. Immerhin ist es interessant zu ersehen, daß im Großen und Ganzen eine gewisse Uebereinstimmung nicht zu verkennen ist, wonach den eigentlich geologischen Perioden d. h. vom Anfang der ersten azoischen Sedimente an eine Dauer zugesprochen wird, welche zwischen 20 und 100 Millionen Jahren liegt. Faye gibt die vorherrschenden Ansichten der Geologen noch bestimmter an, wonach 75 Jahrmillionen auf die primäre Epoche kommen sollen, 19 auf die secundäre und 6 auf die tertiäre.

Wir wollen die Frage nur von der einen Seite her untersuchen, von der eben aus den kosmogonischen Theorien selbst, und aus der Anwendung allgemeiner physikalischer Principien auf kosmogonische Vorgänge eine Antwort auf dieselbe abgeleitet werden kann. Dies um so mehr, als nur auf diesem Weg Anhaltspunkte gefunden werden können, welche in ihrer Anwendbarkeit auch bis zu den frühesten geogonischen Perioden hinanreichen.

Einen solchen Anhaltspunkt hat Prof. Pfaff zu finden geglaubt in einer nachweisbaren Aenderung der Rotationsdauer der Erde;

Digitized by Google

und darnach berechnet er, daß von dem ersten Erstarren der Erdkruste bis jetzt etwa 92 Millionen Jahre verflossen seien. Doch bei aller Hochachtung gegen einen so verdienstvollen Forscher müssen wir bekennen, daß, wenn auch das Resultat selbst nicht unwahrscheinlich scheint, doch die Schlußfolgerung auf sehr schwachen Füßen steht. Pfaff nimmt nämlich an, daß die „Acceleration des Mondes" ganz auf Rechnung der Verlangsamung der Erd-Rotation zu setzen sei, und schließt dann dem Sinne nach so: die Acceleration des Mondes beträgt 10″ in 100 Jahren; die Erde hatte aber bei ihrer Erstarrung eine Rotationsdauer von 17 Stunden 6 Minuten; also sind seit jener Zeit ca. 92 Millionen Jahre verflossen. („Schöpfungsgeschichte" 2. Aufl. S. 655).

Sehen wir von der Richtigkeit der Berechnung selbst ab, so ist doch dabei 1. nicht richtig, daß die Acceleration von 10″ ganz auf Rechnung der Aenderung der Erd-Rotation gesetzt werden könne. Denn schon Laplace hat nachgewiesen, daß über 6″ durch kosmische Vorgänge (nämlich durch die Aenderung der Excentricität der Erdbahn) bewirkt werden. Es blieben sonach höchstens noch 4″ zu erklären, und nach neueren Untersuchungen von Neison und Stone sogar nur ca. $1\frac{1}{2}$″. — 2. Wenn auch aus der gegenwärtigen Acceleration die gegenwärtige Retardation der Erd-Rotation abgeleitet wird, so kann doch diese jetzige Retardation nicht als constant für alle früheren Zeiten angesehen werden. Denn in früheren Perioden war gewiß die Wärme-Contraction der Erde weit bedeutender als jetzt, und diese wirkt beschleunigend auf die Erdrotation, und zwar so stark, daß, wenn in 100 Jahren eine auch nur um $\frac{1}{100}$° stärkere Abkühlung stattfindet, jene Acceleration (4″) in eine etwa 42 mal stärkere scheinbare Retardation des Mondes verwandelt würde. — 3. ist auch die zu Grunde liegende Annahme nicht haltbar, daß die bestehende Abplattung der Erde durch eine Rotationsdauer = 17 St. 6 M. bewirkt sein müsse. Die Erde hat vielmehr genau die Abplattung, welche der jetzigen Rotationsdauer = 24 St. Sternzeit entspricht. Und wenn auch die Rotationszeit sich ändern sollte, so würde die Abplattung immer der neuen Rotationszeit entsprechen, so lange die Kruste nicht in solchem Maße an Dicke zunehmen würde, daß sie den geänderten Druckverhältnissen nicht mehr nachgeben könnte, von welchem Zustand wir noch sehr weit entfernt sind. — Es ist klar, daß durch solche Erwägungen diese Methode der Berechnung alle Sicherheit verliert.

Digitized by Google

Es wird somit kaum noch ein anderer Weg übrig bleiben, welcher uns zur Bestimmung der Länge jener Zeiträume führen könnte, als die Anwendung der Gesetze der Wärme-Strahlung auf die kosmogonischen Vorgänge. Dieser Weg ist auch schon von mehreren bedeutenden Forschern wie Fourier, Poisson, Bischof u. A. verfolgt worden. Leider muß man bekennen, daß auch mit dieser Methode das gewünschte Resultat nur mit einem geringen Grad von Genauigkeit abgeleitet werden kann.

Die Beantwortung der Frage wäre sehr einfach, wenn genau bekannt wäre, um wie viel Grade die Temperatur der Erde durch Ausstrahlung der eigenen Wärme sich abkühlte, und wenn diese Temperatur-Abnahme auch in den früheren geologischen Perioden entweder stets dieselbe gewesen wäre oder doch nach dem Newton'schen Ausstrahlungsgesetz für jeden Temperaturzustand der Erde genau berechnet werden könnte. Dieser Weg ist im Princip sehr einfach; aber bei der Durchführung bieten sich sehr große Schwierigkeiten, welche hauptsächlich die Bestimmung jener Abkühlungs-Geschwindigkeit betreffen.

Diese kann nämlich zunächst ermittelt werden durch directe Beobachtung der thatsächlichen Abnahme der mittleren Temperatur. Dabei hat man den Vortheil, daß alle Umstände, welche auf das Resultat Einfluß haben, wie z. B. die Wärmezufuhr von der Sonne, die nicht genau bekannte Durchstrahlbarkeit der Atmosphäre u. s. w. schon von selbst eingeschlossen und berücksichtigt sind; und deshalb wäre dies die beste Methode. Allein es besteht der große Uebelstand, daß die Abkühlung seit den ältesten historischen Zeiten so überaus gering ist (Fourier nimmt 0·03° für ca. 2000 Jahre an), daß dabei leicht ein Fehler begangen werden kann, durch welchen diese Abkühlung und somit auch das schließliche Resultat 10 mal zu klein oder zu groß gefunden werden könnte. Fourier berechnet aus seiner Annahme daß in 82836 Jahren eine Abkühlung um 1° R stattfinde (somit in 66269 Jahren um 1° C). (a)

Eine andere Methode stützt sich auf astronomische Angaben. Und das wäre gewiß ein viel sicherer Weg, weil nur die astronomisch bestimmten Zahlen einen solchen Grad von Genauigkeit besitzen, daß auch selbst bei so geringen Größen doch noch eine hinlängliche Genauigkeit erreichbar wäre. Nun fand Laplace aus der Harmonie, welche zwischen der Bewegung des Mondes und der Rotation der Erde besteht, und welche in den zu allen Zeiten beobachteten Finster-

Digitized by Google

nissen eine Controle findet, daß die Rotationsdauer der Erde seit Hipparch, also seit 2000 Jahren um weniger als 0·01 Secunde größer geworden sei, weil andernfalls eine Disharmonie entstehen würde, welche in einem Jahrhundert eine scheinbare Mond-Acceleration = ca. 9″ bewirken würde. Diese geringe Verlangsamung wird allgemein dem Einfluß der Gezeiten zugeschrieben; und ohne Zweifel muß die Brandung, welche durch die Fluth an den Ostküsten der Continente erzeugt wird, die Rotations-Energie der Erde etwas vermindern.

Angenommen nun, daß wirklich die ganze Verzögerung durch die Fluth bewirkt würde, so kämen wir zu dem Schluß, daß die Erde seit 2000 Jahren sich absolut gar nicht abgekühlt habe. Denn es ist klar, daß eine Abkühlung eine Verminderung des Volum's, und folglich eine Beschleunigung der Rotation bewirken müßte. Eine einfache Rechnung zeigt, daß eine Abkühlung um 1° C eine Verkürzung des Tages um ca. 1·73 Sekunden zur Folge haben müßte. Eine Abkühlung um $^1/_{173}$° in 2000 Jahren, d. h. um 1° in 346000 Jahren würde also hinreichen, um jene Verlangsamung aufzuheben. Und wenn der Einfluß der Fluth doppelt so stark wäre, als eben angenommen wurde, dann würde dieselbe Abkühlung hinreichen, um die bewirkte Verlangsamung auf den wirklichen Betrag herabzubringen.

In Wirklichkeit ist es aber nicht wahrscheinlich, daß der Einfluß der Gezeiten so stark sei [1]) (manche Gelehrte machen in dieser Hin-

[1]) Anm. Wie groß die Energie der Gezeiten sei, das genau zu berechnen, wäre überaus schwierig, ja unmöglich Aber einigermaßen läßt sich doch die obige Behauptung plausibel machen, ohne besonders schwierige Rechnung. Die Masse der Erde, und in Folge davon die Rotations-Energie, ist nämlich so groß (ca. 220 Quadrillion meter-tons, oder über 2 Sextillion c. g.), daß, um jene kleine Aenderung um 0·01″ hervorzubringen, eine Arbeit aufgewendet werden müßte, welche gleich derjenigen von 110 Millionen Pferden wäre, die unaufhörlich Tag und Nacht 2000 Jahre lang in Thätigkeit wären. Könnte man dieselben auf einem Meridian von Pol zu Pol aufstellen, so müßten sie in 55 Reihen hintereinander geordnet werden, so daß auf jedes Meter 55 Pferde kämen. Es scheint aber nicht, daß die Fluth eine solche Energie habe, daß sie auf jedes Meter der Küste nicht durch die 25 Stunden ununterbrochen wirkende Kraft von 55 Pferden weit mehr als aufgehoben würde.

Man darf nämlich hier nicht an die gewaltige Brandung denken, welche durch starke Stürme erzeugt wird. Es handelt sich vielmehr nur um ein höchst sanftes Anlaufen des Meeres, welches durch die Anziehung von Mond und Sonne um ca. $^1/_2$ Meter höher geworden ist. Diese Erscheinung verläuft im Allgemeinen sehr friedlich, so daß sie an Küsten von mäßig flacher Ansteigung sehr wenig Auffallendes bietet. Und auch dieser Vorgang ist nicht ein beständ-

Digitized by Google

ſicht ſehr ſtark übertriebene Annahmen, auch noch in der neueſten Zeit). Und daraus folgt, daß die Temperatur der Erde um weniger ſich ändert, als um $^1/_{346000}{}^\circ$ jährlich. Es iſt dann nur noch die Frage, ob ſie im Zunehmen oder im Abnehmen begriffen ſei. Wie bereits früher (S. oben S. 102, 103) geſagt wurde, iſt jenes wahrſcheinlicher. Die Gezeiten werden nicht hinreichen, um die ganze Verlangſamung der Rotation zu bewirken; aber eine geringe Zunahme der Temperatur in Folge der Beſtrahlung durch die Sonne wirkt im gleichen Sinn. Im Allgemeinen kommen wir ſonach zu dem Schluß, daß gegenwärtig die mittlere Temperatur der Erde ſo conſtant iſt, daß ſie in 4 bis 500000 Jahren um höchſtens 1° C ſich ändern würde, wobei es noch fraglich iſt, ob in plus oder in minus. Und ſelbſt dieſe Zahl wird noch zu klein ſein, weil ſie der Mond-Acceleration = 9″ (genauer 8·7″) entſpricht, während in Wirklichkeit der hier in (b)

---

diger, ſondern er findet nur zweimal im Tage ſtatt, und auch das nicht an allen Orten, ſondern theoretiſch nur an den Oſtküſten der Continente, man könnte ſagen auf zwei Linien der Erdoberfläche, und ſelbſt da eigentlich nur in den mittleren Breiten und der heißen Zone. Allerdings gibt es Orte, wo die Fluth ſehr heftig auftritt; allein das geſchieht im Allgemeinen nur in Buchten, wo die Bewegung von einer ſehr weiten Fläche auf einen engen Raum concentrirt wird. Und überdies iſt nicht zu überſehen, daß dieſe Buchten mit ſehr hohen Fluthen im Allgemeinen mehr gegen Oſten eng zulaufen als gegen Weſten, ſo die Buchten von Breſt und St. Malo, die Bay von Briſtol und die Fundy-Bay, die Bucht von Havre mit dem „Mascaret" der Seine, die Garonne mit ihrem „Rat" ꝛc. Dieſe ſtärkſten aller Fluthen ſollten alſo vielmehr die Rotation beſchleunigen als verzögern ſonach mindeſtens den allgemeinen verzögernden Einfluß der Fluth ſtark abſchwächen. Dasſelbe gilt überhaupt von den Fluth-Erſcheinungen an den Weſtküſten der Continente und Inſeln. Und es iſt bekannt, daß z. B. in dem nördlichen atlantiſchen Ocean die Fluthen an den Weſtküſten Europa's ziemlich ebenſo ſtark ſind als an den Oſtküſten Amerika's. (Dies ergibt ſich aus den Beobachtungen; aber ſowohl dieſe Thatſache als noch manche andere Eigenthümlichkeit der Gezeiten ſind für die Theorie noch Schwierigkeiten, die noch lange nicht eine genügende Erklärung gefunden haben).

Was aber die rein theoretiſche Berechnung aus der Anziehung gegen den Fluthberg angeht, ſo iſt dieſelbe ſehr ſtarken Bedenken ausgeſetzt, ſowohl theoretiſchen als auch z. B. dieſer praktiſchen: Die Fluth erſcheint in unſerem Ozean erſt $2^1/_2$ Tage nach ihrer Entſtehung, was aus den Syzygien-Springfluthen offenbar wird. Der große Fluthberg folgt alſo nicht 1 oder 2 bis 4 Stunden nach der Mond-Culmination, ſondern er findet ſich in allen abſolut möglichen Stellungen zu dem Mond von 0° bis 900°. Es iſt klar, daß dadurch poſitive und negative Wirkungen faſt vollſtändig ſich aufheben müßten.

Digitized by Google

Betracht kommende Theil der Acceleration weit kleiner ist (wahrscheinlich $< 2''$).

Eine dritte Methode wurde von einigen Physikern versucht, nämlich diejenige einer rein physikalischen Untersuchung. Aus der Geschwindigkeit, mit welcher geschmolzene Lava oder Basalt sich abkühlt, wird auf die Abkühlung der Erde geschlossen. Die interessantesten Versuche hierfür wurden von G. Bischof, Professor in Bonn, vor ½ Jahrhundert angestellt. Aus dem Verhalten von drei geschmolzenen Basaltkugeln von 9″, 21″, 27¼″ Durchmesser constatirte er zunächst, daß die Abkühlungen ceteris paribus genau umgekehrt proportional den Durchmessern waren, und nach diesem Gesetz wurde dann die Abkühlungs-Geschwindigkeit der Erde aus derjenigen der Basaltkugeln berechnet.

Auch diese Methode hat indeß einige sehr schwache Seiten. Man muß dabei nämlich das Newton'sche Abkühlungs-Gesetz in Anwendung bringen, daß die Temperatur-Abnahme proportional sei dem Temperatur-Unterschied zwischen dem heißen Körper und seiner Umgebung. Es entsteht also sofort die Frage, was wir als die Umgebung der Erde anzusehen haben, ob die Atmosphäre welche die Erde zunächst umgibt, oder den kalten Weltraum. Nehmen wir letzteres an, dann entspricht die Erscheinung im Großen nicht mehr den bei den Versuchen obwaltenden Umständen. Denn bei diesen findet die Abkühlung zum weitaus größten Theil statt durch den Contact mit der heftig circulirenden stets sich erneuernden Luft, und in weit geringerem Maß durch Ausstrahlung. In dem kosmischen Vorgang dagegen geschieht die Abkühlung fast nur durch Ausstrahlung, und zwar durch die ganze Höhe der mit Wolken beladenen Atmosphäre hindurch; diese selbst aber ist vielmehr ein Hinderniß der Abkühlung als eine mitwirkende Ursache. Außerdem wissen wir nicht, welche Temperatur für den Welt-Raum anzunehmen sei, ob — 75° oder — 150° oder vielleicht eine noch tiefere.

Nehmen wir aber als Umgebung der Erde die Atmosphäre an, dann nähert sich die Auffassung wohl mehr den Umständen der Versuche; allein der Temperatur-Ueberschuß der Erde über die berührende Atmosphäre, auf welchen alles ankommt, ist dann eine fast unbestimmbare Größe. Ist es doch ein allgemein angenommener Satz, daß die Iso-Geothermen beiläufig dieselbe Temperatur angeben, wie die Jahres-Isothermen. Jedenfalls wird der Unterschied so gering sein,

Digitized by Google

daß bei dessen Bestimmung sehr große Fehler, im Verhältniß zu dem Werth selbst, begangen werden könnten.

Bischof hat vielleicht die letztere Betrachtungsweise befolgt, denn er findet eine sehr langsame Abkühlung der Erde, nämlich 1° C in ca. 345000 Jahren. Aehnlich wurde aus der Abkühlung der Lava (c) nach Petermann (Mitth. 1855. S. 91) geschlossen 1° C in 642857 (d) Jahren.

Folgen wir aber der zuerst angegebenen Auffassungsweise, dann gelangen wir zu ganz anderen Zahlen. Nach den Versuchen wurde die Basaltkugel von 21″ in je 12 Stunden abgekühlt im Verhältniß 2·14863 : 1 des Temperatur-Ueberschusses. Wenden wir darauf die angeführten Gesetze an, und nehmen wir die Temperatur des Weltraumes = −75° C, und die mittlere Temperatur der Erdoberfläche = + 12·5° C., so finden wir, daß die Erde schon in 856 Jahren um 1° R. sonach in 686 Jahren um 1° C sich abkühlen müßte, so- (e) fern ihre specifische Wärme der des Basaltes ungefähr gleich ist.

Es liegt nun sehr nahe, noch einen andern Weg einzuschlagen, um die von der Erde ausgestrahlte Wärme zu bestimmen. Wir wissen ziemlich genau, wie groß die Wärmemenge ist, welche von der Sonne der Erde zugestrahlt wird. Ferner wissen wir, daß die Temperatur der Erde gegenwärtig in einem so stationären Zustande sich befindet, daß sie höchstens um 2° C in 1 Million Jahren sich ändert. Daraus können wir sofort folgern, daß die Abgabe der Wärme von der Erde ziemlich vollkommen ebenso groß sein muß, wie die von der Sonne zugestrahlte Wärme. Versuchen wir dies mit einigermaßen zuverlässigen Zahlen-Angaben durchzuführen.

Nimmt man die Dimensionen der Erde an, wie sie Listing bestimmte, und die Intensität der Sonnenstrahlung nach den neuesten noch nicht abgeschlossenen Arbeiten Langley's = 30 W. E. pro □ Meter und Minute (während seither 24 W. E. als der wahrscheinlichste Werth galt), so findet man den jährlichen Betrag der Bestrahlung der Erde durch die Sonne = 2009 Trillionen Wärme-Einheiten (S. oben S. 95). Nun beträgt die Masse der Erde 6020000 Trillionen Kilo. Also würde die Erde, falls die ganze Bestrahlung von ihr aufgenommen würde, in 2996 oder rund 3000 Jahren um 1° C erwärmt werden, vorausgesetzt daß ihre specifische Wärme = 1 sei. Ist diese aber = 0·22, dann würden 660[1]) Jahre

[1]) Anm. Diese Zahl stimmt sehr gut mit dem obigen (e), 686 Jahre; obgleich beide auf ganz verschiedenen Wegen gefunden wurden.

Digitized by Google

dazu genügen. Diese geringere specifische Wärme entspricht allerdings mehr derjenigen der Mineralien, aus denen die Erde besteht; allein anderseits haben die Versuche ergeben, daß bei hohen Temperaturen die specifische Wärme stark zunimmt. So wächst sie z. B. beim Diamant zwischen $-50°$ und $+990°$ im Verhältniß 1 : 7. Wahrscheinlich werden also die innern Massen der Erde eine specifische Wärme haben, welche beiläufig = 1 gesetzt werden darf. Doch da dies immerhin nicht sicher nachgewiesen ist, und auch weil dort die Metalle stärker vertreten sind, nehmen wir einen mittleren Werth = $^2/_3$ an, und erhalten dann ca. 2000 Jahre als die Zeit, in welcher die Temperatur um 1° erhöht werden würde. Allein die von der Sonne zugestrahlte Wärme wird bei weitem nicht vollständig von der Erde aufgenommen. Wie früher bereits angedeutet wurde (S. 95) würde die Atmosphäre, selbst wenn sie ganz heiter wäre, doch etwa die Hälfte der ganzen Bestrahlung absorbiren und dann wieder in den Weltraum ausstrahlen. Von der durchgelassenen Hälfte fällt wohl mehr als die Hälfte auf Wolken, von denen sie einfach reflectirt und zum Theil ebenfalls absorbirt wird. Das übrig bleibende $^1/_4$ fällt zum größern Theil auf Gewässer und wird hauptsächlich zum Verdampfen verbraucht, zum geringern Theil auch einfach reflectirt. Nur ein kleiner Theil also bleibt übrig, welcher wirklich zur Temperatur-Erhöhung des Erd-Kernes verwendet wird. Nach obigen Schätzungen dürfte das etwa $^1/_{12}$ des Ganzen sein; doch weil die erwärmte Luft vielleicht auch der Erde Wärme mittheilt in höherem Grade als die sehr erkaltete Luft ihr Wärme nimmt, werden wir rund $^1/_{10}$ annehmen. Daraus würde dann sich ergeben, daß die Temperatur der Erde in Folge der Sonnenstrahlung in ca. 20000 Jahren um 1° C erhöht würde. Folglich ist auch die Wärme-Abgabe der Erde in den Weltraum unter den gegenwärtigen Verhältnissen so groß, daß dadurch
(f) ihre Temperatur in ca. 20000 Jahren um 1° sinken würde.

Nachdem wir nun diese verschiedenen Zahlenwerthe gewonnen haben, möchte es scheinen, wir seien am Ende unserer Untersuchung, sofern es unmöglich scheint, Zahlen, welche zwischen 700 und 700000 schwanken, in Einklang zu bringen, und daraus etwas solides abzuleiten. Doch dem ist nicht so; und die Zahlen bedürfen nur der richtigen Interpretation, um einzusehen, daß unter ihnen gar kein Widerspruch besteht. Dieselben geben nämlich die Abkühlungsgeschwindigkeit der Erde an, wie sie unter sehr verschiedenen Umständen sein würde. So besagt die Zahl 686 (e), daß die Erde in dieser Zeit um 1°

Digitized by Google

sich abkühlen würde, wenn 1,° keine Sonne wäre, und wenn 2,° die Ausstrahlung in den kalten Weltraum direct ohne Atmosphäre und mit derselben Leichtigkeit stattfände, mit welcher die Basaltkugel durch Ausstrahlung und Contactwirkung mit der circulirenden Luft sich abkühlt. — Die Zahl 20000 (f) gibt die Abkühlungsgeschwindigkeit an in der Annahme, daß die Sonne nicht wäre, welche die Wärme-Abgabe reichlich ersetzt, die übrigen Umstände aber so seien wie jetzt in der Wirklichkeit (obgleich das streng genommen nicht realisirbar wäre, und z. B. mit dem Wegfall der Sonne die Atmosphäre sehr rasch sich abkühlen würde um vielleicht 100°). Es ist einleuchtend, daß aus diesen Gründen die Zahlen (e) und (f) um sehr viel zu klein ausfallen mußten. Um wie viel aber, das lehren eben die andern Zahlen.

Nur die vier andern Angaben können Anspruch darauf machen, die Abkühlungsgeschwindigkeit zu bezeichnen unter den Umständen welche in Wirklichkeit bestehen. Unter diesen hat die erste (a) 66269, wie bereits oben bemerkt wurde, zu wenig Bedeutung, da sie auf einer fast ganz willkürlichen Annahme einer Temperaturabnahme = 0·03° seit 2000 Jahren beruht. Die übrigen drei Zahlen sind aber unter sich in ziemlich guter Uebereinstimmung. Allein auch die dritte (c) 345000 hat weit weniger Gewicht als die andere, da das Raisonnement, durch welches Bischof dieselbe aus seinen Versuchen ableitete, nicht als richtig und stichhaltig erwiesen ist und wahrscheinlich unsicher ist aus dem bereits oben angegebenen Grund. Die beiden andern Zahlen b und d beruhen beide auf einer soliden Ableitung und stehen in voller Harmonie mit einander. Wir können sonach mit gutem Grund etwa 550000 Jahre als den Zeitraum ansehen, in welchem unter den gegenwärtigen Umständen die Erde (in ihrer ganzen Masse betrachtet) um 1° C sich abkühlen wird — sofern sie überhaupt gerade gegenwärtig sich abkühlt.

Auf diese Angabe gestützt könnten wir nun schon den zunächst liegenden Theil unserer Hauptaufgabe beantworten. Den Lehren der Pflanzen-Physiologie entsprechend sind die Steinkohlen aus einer Flora entstanden, welche einer mittleren Temperatur = ca. 27½° C bedurften. Gegenwärtig ist aber die mittlere Temperatur nur etwa = 12° C. Also liegt die Mitte der Steinkohlen-Periode etwa 8½ Mill. Jahre hinter uns. Die Zahl würde etwas kleiner ausfallen, wenn wir annehmen, daß die Sonne damals noch nicht dieselbe Kraft hatte wie jetzt, und wenn Rücksicht darauf genommen wird, daß die Ab-

Digitized by Google

kühlung um $15^1/_2{}^\circ$ auf der Oberfläche vielleicht nur einer solchen um 14° durch die ganze Masse entspricht, — also etwa 7 Millionen. Allein anderseits könnte sie auch recht wohl bedeutend größer sein, da ja die obige Zahl 5 bis 600000 Jahre eigentlich nur eine wahrscheinliche untere Grenze bezeichnet. Und wenn zudem das begründet ist, was früher angedeutet wurde (S. 102), daß eine große Eisperiode in den geologischen Perioden enthalten sei, dann ist klar, daß die Zahl viel zu klein wäre. Die mittlere Temperatur wird von $27^1/_2$ auf vielleicht 5° oder 6° C herabgesunken sein, um sich dann wieder allmählich durch die Wirkung der Sonnenstrahlung auf den gegenwärtigen Betrag = circa 12° zu heben. Unter solcher Annahme müßten wir eher etwa 15 Millionen oder noch mehr Jahre als das mittlere Alter der Steinkohlenperiode ansehen.

Wollen wir nun aber noch weiter zurückgehen, dann können wir nicht mehr annehmen, daß die Strahlung der Sonne einigermaßen die gleiche war wie jetzt. Alle weiteren Untersuchungen würden also zu unsicher werden, wenn wir nicht auch die Abkühlungs-Verhältnisse der Sonne mit in Rücksicht ziehen. Hierfür sind nun bereits früher die hauptsächlichsten Angaben gemacht worden. Unter Annahme der Langley'schen Sonnen-Constante sendet die Sonne jährlich der Erde gegen 2009 Trillionen W. E zu. (S. 95). Dies ist aber nur etwa $^1/_{2180}$ Milliontel der Gesammt-Strahlung. (cf. sup. S. 94). Also beträgt diese ca. 4360000 Quintillionen W. E. Nun ist aber der gesammte Vorrath der Verdichtungs-Wärme der Sonne = ca. 54483000 Quintillionen W. E (cf. sup. S. 32). Also kann die Sonne mit der gegenwärtigen Intensität nur etwa $12^1/_2$ Millionen Jahre gestrahlt haben.

Diese Gesammt-Strahlung wird für die geologischen Perioden noch etwas geringer dadurch, daß vor dem Anfang derselben wahrscheinlich schon ca. $^1/_{20}$ der ganzen Wärme ausgestrahlt war, und daß etwa $^1/_{32}$ noch jetzt in der Sonne enthalten sein wird. (cf. sup. S. 93). — Anderseits ist dieselbe größer anzunehmen, 1. weil zu der Verdichtungs-Wärme auch noch die durch chemische Processe entwickelte Wärme kommt, 2. weil die Langley'sche Constante 3·0 doch leicht etwas zu groß sein könnte gegenüber der früher als sicher angenommenen (=2·4); und 3. weil die Verdichtungswärme nach der Formel (cf. sup. S. 32) berechnet wurde, in welcher eine gleichmäßige Dichte der Sonne vorausgesetzt wird. Diesen Umstand habe ich einer weiteren Berechnung unterzogen, indem ich die Voraus-

Digitized by Google

setzung machte, daß die Dichte der Sonne nach dem gleichen Gesetz sich ändere, welches für die Erde angenommen wird (nach E. Roche), daß nämlich die Dichte an einer Stelle gleich der Dichte im Centrum sei, minus einer Größe, welche dem Quadrat des zugehörigen Abstandes proportional ist. Nehmen wir dabei an, daß die Dichte im Centrum 10 mal größer sei als an der Oberfläche, dann wird das Potential (cf. sup. S. 32) und somit die Verdichtungswärme und alle daraus folgenden Zeiträume um 14·0967 Percent größer als bei gleichmäßiger Dichte. Ist die Dichte im Centrum 100 mal größer als an der Oberfläche, dann werden circa 20 Percent gewonnen.

Mit Rücksicht auf diese Aenderungen können wir schließen, daß der Gesammt-Betrag der mit veränderlicher Stärke wirkenden Sonnenstrahlung innerhalb der geologischen Perioden so groß war, wie wenn die Sonne constant mit der gegenwärtigen Intensität durch ca. 14 Millionen Jahre Licht und Wärme ausgestrahlt hätte.

Wir können hieraus zunächst nur den Schluß mit Sicherheit ziehen, daß, wenn die Erde stets eine ähnliche Beschaffenheit, und die Sonne stets die gleiche Strahlungs-Energie gehabt hätte wie gegenwärtig, daß dann die Dauer der geologischen Perioden absolut nicht unter ca. 14 Millionen Jahren angenommen werden könnte, weil es sonst unmöglich gewesen wäre, daß die Erde auf ihre jetzige Temperatur sich hätte abkühlen können.

Allein offenbar war die Temperatur der Erde früher bei weitem höher, ihre Atmosphäre weit mächtiger und die Strahlungs-Intensität der Sonne schwächer. Dadurch wird eine genauere Untersuchung sehr erschwert. Doch wird auch eine rohe Schätzung hinreichen um zur Ansicht zu gelangen, daß in Anbetracht des großen Vorrathes von innerer Wärme in der Erde, die Gesammtlänge der geologischen Perioden mindestens auf 20 Millionen Jahre geschätzt werden muß.

Versuchen wir indeß eine einigermaßen genauere Bestimmung. Da gute Gründe dafür sprechen, daß die Strahlungs-Intensität der Sonne gegenwärtig ihrem Maximal-Werth nahe ist, und folglich sich wenig ändert, und da anderseits die Gesammtlänge der geologischen Perioden doch sehr viel größer gewesen sein muß, als das Alter der Steinkohlenperiode, so folgt, daß in den frühesten Perioden die Sonnenstrahlung sehr schwach gewesen sein muß (eine physikalische Ursache hierfür wurde bereits früher angegeben (S. 102), und folglich die Erde auf ihren eigenen Vorrath von Wärme angewiesen war.

Betrachten wir nun diesen einfachsten Fall, daß die Erde ihre

Digitized by Google

Wärme ausstrahlte ohne von der Sonne einen Ersatz zu erhalten, dann ist klar, daß wir für die Geschwindigkeit der Abkühlung die obige Zahl (f) ca. 20000 Jahre annehmen müssen. Könnten wir hiezu ferner annehmen, daß die Durchstrahlbarkeit der Atmosphäre stets die gleiche gewesen wäre, und setzen wir die Temperatur des Weltraumes = — 150° C, dann reicht eine einfache Rechnung hin, um zu zeigen, daß für die Abkühlung von etwa 2000° (d. h. von der ersten Krustenbildung) bis 250° eine Zeit von $6^1716700$ Jahren erforderlich war, von 250° auf 50° aber $5^1200000$ Jahre.

Allein in Wirklichkeit war der Zustand der Atmosphäre in den frühesten Zeiten gewiß ein ganz anderer. Selbst noch bei einer Temperatur der Erdoberfläche = 200° muß noch ca. $^1/_{20}$ aller Gewässer oder eine ca. 180 Meter hohe Schicht der Gewässer aller Oceane in der Atmosphäre geschwebt haben. Von einer Durchstrahlung einer solchen Atmosphäre kann also wohl kaum noch eine Rede sein; und wir müssen somit annehmen, daß diese Zeiträume weit länger waren. Die Abkühlung konnte damals nur in dem Maß stattfinden, als die obersten Schichten der enormen Wolkendecke im Stand waren, Wärme in den Weltraum auszustrahlen. Nun hat wohl der zu Tröpfchen oder Eisnadeln condensirte Wasserdampf ein starkes Ausstrahlungs-Vermögen; allein die Nachfuhr der Wärme von unten konnte nur langsam geschehen. Sonach konnte auch die Abkühlung nur sehr langsam vor sich gehen. Die Eisnadeln werden sehr bald auf eine Temperatur unter — 100° herabgekommen sein, und damit auch die Ausstrahlung sehr gering geworden sein. Unter solchen Umständen würden diese beiden zuletzt erwähnten Perioden eine mindestens 20 mal, vielleicht 100 mal längere Dauer gehabt haben als oben angegeben wurde.

Allein in jenen ältesten Perioden wurde der Proceß wesentlich beschleunigt durch die äußerst heftigen verticalen Stürme und Circulation in der Atmosphäre, wie bereits früher angedeutet wurde (S. 81, 82). Durch dieselben bekam der Vorgang im Großen wirklich einige Aehnlichkeit mit der Abkühlung der Basalt-Kugeln Bischofs. Doch ist immerhin unverkennbar, daß die Abkühlung dieser Kugeln ohne Vergleich leichter vor sich gehen konnte als die Wärmeabgabe der Erde; und auch die Ausstrahlung durch die gegenwärtige dünne Atmosphäre ist ohne Zweifel bei weitem stärker als durch den physischen Transport der wärmeren Luft durch die damalige vielleicht 100 Meilen hohe sehr dichte Atmosphäre hätte bewirkt werden können.

Digitized by Google

Es wird deshalb nicht gefehlt sein, wenn wir anstatt 20000 eine ungefähr 5 mal größere Zahl zu Grund legen. Damit erhalten wir dann die Dauer jener Perioden beiläufig zu 33 Millionen und 25 Millionen Jahre.

Nachdem jedoch die Abkühlung bereits weit vorangeschritten war, mußte sich jene heftige Circulation beruhigen (cf. sup. S. 89) und allmählich ganz aufhören. Von jener Zeit an, also etwa von der Temperatur = 50° C an (welche wahrscheinlich dem Anfang des organischen Lebens, somit dem Anfang der paläozoischen Formation oder dem Silur entsprochen haben wird), mußte die Abkühlung wirklich außerordentlich langsam werden. Die Atmosphäre enthielt nämlich damals noch immer 3 bis 4 mal mehr Wasserdämpfe als jetzt, so daß beständig bedeckter Himmel gewesen sein wird, und überdies noch die immense Quantität von Kohlensäure, welche noch nicht an Gesteine gebunden war, und deren Kohlenstoff noch nicht in Pflanzen und den von diesen gebildeten Kohlenlagern deponirt war. Eine solche Atmosphäre mußte einen fast undurchdringlichen Mantel bilden, welcher die Abkühlung verzögerte und den Generationen lebender Geschöpfe ausgiebig Zeit gewährte, um sich in zahllosen verschiedenen Abarten und Varietäten zu entwickeln. Wir dürfen wohl mit Grund annehmen, daß damals die Abkühlung ungefähr 40 mal langsamer vor sich ging als bei gleicher Temperatur durch die gegenwärtige dünne Atmosphäre. Damit erhalten wir für die Abkühlung von 50° auf 27° einen Zeitraum = 12 Millionen Jahre. Nehmen wir aber dazu noch Rücksicht darauf, daß damals die Sonne doch bereits eine ansehnliche Strahlungs-Energie erlangt haben mußte, sei es auch nur eine fünfmal schwächere als gegenwärtig, dann mußte die geringe Ausstrahlung der obersten Atmosphären-Schichten gegen den Weltraum dadurch zu einem großen Theil compensirt werden. Wir werden also wohl der Wahrheit näher kommen, wenn wir anstatt 12 Millionen für diesen Zeitraum der Abkühlung von 50° auf 27° etwa 20 Millionen Jahre annehmen.

Für die weitere Abkühlung ist bereits oben (S. 184) eine wohlbegründete Schätzung gegeben worden. Wir können sonach aus den einzelnen Theilperioden durch Zusammenstellung die Gesammtlänge der geogonischen Perioden mit einiger Wahrscheinlichkeit finden. Wir hatten nämlich erhalten die Zeiträume:

Digitized by Google

	Abkühlung von	bis	Zeitraum in Millionen Jahr		wahrscheinliche Grenzen desselben
1.	2000°	250°	33	oder	16 bis 65
2.	250	50	25	„	12 „ 50
3.	50	27	20	„	10 „ 40
4.	27	12	12	„	6 „ 24.

Die drei letzten dieser Zeiträume werden etwa dem entsprechen, was wir gewöhnlich unter „geologische Perioden“ verstehen. Für deren Länge würden wir also 57 Jahr-Millionen, oder mit Rücksicht auf die wahrscheinliche Ungenauigkeit eine Dauer zwischen 28 und 114 Jahrmillionen erhalten. Und zwar würden ca. 25 Millionen auf die azoische Formation kommen, 20 Millionen auf die paläozoische bis zur Steinkohlenformation und etwa 10 Millionen auf die mesozoische und känozoische bis zur Gegenwart.

Rechnen wir auch noch die erste Periode dazu, welche in unseren geologischen Schichten kaum eine Repräsentation zurückgelassen haben wird, und richtiger als „geogonische Vorbereitungs-Periode“ zu bezeichnen wäre, so würde die Gesammtlänge der Zeiträume von dem ersten Auftreten einer Erdkruste bis jetzt auf etwa 90 Millionen Jahre, oder doch wahrscheinlich zwischen 40 und 200 Millionen Jahre zu schätzen sein. —

Gehen wir nun über zu den weiter rückwärts liegenden kosmogonischen Zeiträumen wie sie S. 174 angedeutet wurden, so ist klar, daß die Länge derselben nur mit weit geringerem Grad von Wahrscheinlichkeit richtig abgeschätzt werden kann, als es bei dem vorher betrachteten großen Zeitraum der Fall war. Das einzige Mittel, welches uns bei diesem als Norm diente, nämlich die Gesetze der Abkühlung heißer Massen, läßt uns hier vollständig in Stich. Denn es handelt sich hierbei gar nicht einmal um Abkühlung, sondern vielmehr im Gegentheil um die Hervorbringung der hohen Temperatur in den Massen. Und da diese Entstehung der Wärme in einer sehr complicirten Weise von verschiedenen Ursachen abhangen muß, so erscheint eine Zeitbestimmung für dieselbe aus physikalischen Gesetzen fast unmöglich. In kommenden Jahrhunderten wird vielleicht die Wissenschaft so weit gediehen sein, daß auch hier das „Messen und Berechnen“ ein ergiebiges Feld wird finden können. Einstweilen ist dieser Weg nicht gangbar, und wir müssen uns mit einigermaßen plausiblen Schätzungen begnügen.

Digitized by Google

Beschränken wir uns also auf eine einigermaßen verständnißvolle Erwägung der kosmogonischen Vorgänge, welche S. 175 angedeutet und in den früheren Abhandlungen beschrieben wurden (S. 27—29 49—54, 56—57), und auf deren Vergleichung mit denjenigen, welche in dem bereis behandelten Zeitraum vor sich gingen, so werden wir wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten können, daß der dritte der oben bezeichneten Zeiträume, — d. h. vom Anfang der Erde bis zur Ansammlung ihrer ganzen Masse in Gasform, von da bis zu ihrer Ausbildung als kleine Sonne, und weiter bis zur Abkühlung zu einem feuerflüssigen Kern, und endlich bis zur Bildung einer dünnen Erdkruste — wenigstens ebenso lange gedauert haben wird wie der oben näher betrachtete vierte Zeitraum; sonach etwa 100 bis 200 Jahr-Millionen. — Der zweite jener Zeiträume von der Ausbildung des großen solaren Gasballes bis zur Vollendung des Planetensystem's wird jedenfalls viel länger gedauert haben, wohl gegen 1000 Jahrmillionen. Allein derselbe liegt nicht ganz außerhalb der bereits betrachteten; sondern diese fallen vielmehr zusammen mit den letzten Stadien dieses großen Processes. Denn dieser umfaßt die Zeiträume, während welcher der Solar-Nebel von einem Halbmesser von etwa 100 Erdweiten auf die gegenwärtige Größe der Sonne herabkam; der dritte dagegen umfaßt nur die Zeit der Verdichtung von einem Halbmesser gleich ungefähr 7 Erdweiten bis zu einem solchen gleich etwa dem Halbmesser der Merkurs-Bahn; der vierte endlich reicht von von da weiter bis zur Gegenwart. — Noch viel länger, ja von unbestimmbarer Länge muß der erste jener Zeiträume gewesen sein, von dem ersten Entstehen des allgemeinen Urstoffes bis zu dessen Gliederung in einzelne Solar-Nebel. Erwägt man die Langsamkeit jener Processe, welche früher (S. 49—53) beschrieben wurden, und dann noch, um wieviel größere Zeiträume vergangen sein werden, bis der Urnebel überhaupt in's „Gerinnen" kam, und sich zu kleinen Condensations-Mittelpunkten gliederte (S. 27—28), dann dürften wir wohl bereit sein anzunehmen, daß dieser erste Zeitraum vielleicht auch eine Billion Jahre umfaßt haben mag.

Das könnten nun müßige Speculationen zu sein scheinen, da sie auf ein etwas vages Abschätzen hinauskommen. Es liegt eben in der Sache selbst für uns eine große Unbestimmtheit. Aber zum Glück sind ja auch diese Schätzungen von weit geringerer Wichtigkeit als die, welche für den ersten jener Zeiträume einlässiger durchgeführt

Digitized by Google

wurden; und es wird auch keinerlei weitere Folgerung aus derselben abgeleitet. Allein wir gelangen damit in die nächste Nähe von einer weiteren Frage von der allergrößten Wichtigkeit.

VIII. Ueber die behauptete Ewigkeit des Urstoffes.

Wenn wir dazu geleitet werden, allenfalls auch eine Billion von Jahren zu beanspruchen, um von der Gegenwart bis auf den ersten Anfang des Urnebels zurückzukommen, könnten wir dann nicht mit ebenso viel Grund die Behauptung aufstellen, daß diese Zeit vielleicht unendlich groß anzunehmen sei, d. h. daß der Urstoff gar keinen Anfang gehabt habe, daß er von Ewigkeit da sei? Das ist ja eine Fundamental-Lehre der modernen „Gebildeten", und noch mehr, man behauptet, daß „die Wissenschaft" selbst zu dieser Annahme zwinge. Die christliche Wissenschaft sagt bekanntlich das Gegentheil. Deshalb ist es gewiß von Interesse, näher zu untersuchen, was denn in diesem Punkt das richtige sei.

Mit der behaupteten wissenschaftlichen Begründung der Annahme eines ewigen Stoffes ist es nun, wie bereis früher (S. 3—8) angedeutet wurde, nicht weit her. Sie ist auch gar nicht das Ergebniß einer wirklich wissenschaftlichen Untersuchung; denn die Wissenschaft hat absolut keine Mittel, um über eine solche Frage entscheiden zu können. Sie beruht vielmehr nur auf einem Raisonnement, welches zwar von einigen wissenschaftlichen Wahrheiten ausgeht, auch einigermaßen mit dem Mantel einer wissenschaftlichen Sprache bekleidet wird, das aber in sich selbst weder nach den Methoden der Wissenschaft durchgeführt, noch auch als nothwendiger Ausfluß von Naturgesetzen dargestellt wird.

Es drängt sich am Ende einem Jeden die Wahrheit unwiderstehlich auf, daß, wenn von Ewigkeit her nichts bestanden hätte, auch niemals irgend Etwas hätte zur Existenz gelangen können. Das kann kein vernünftig denkender Mensch bestreiten. Somit ist ganz unausweichlich anzunehmen, *entweder* daß der Weltstoff selbst von Ewigkeit bestehe, ohne von irgend Jemand hervorgebracht worden zu sein, *oder* aber daß der Schöpfer von Ewigkeit her existirt, welcher ihn ins Dasein rief.

Wir stehen nun da vor einer höchst merkwürdigen Erscheinung

Digitized by Google

im Geistesleben der Menschheit, daß nämlich die große Mehrzahl der Geister von diesen beiden unanswechlichen Folgerungen gerade diejenige annimmt, für welche eigentlich gar nichts spricht, dagegen die einzig haltbare Annahme der ewigen Existenz des Schöpfers so entschieden a limine zurückweist, als ob es sich von selbst verstände, daß das etwas Unmögliches sei, so daß es gar keines Nachdenkens darüber bedürfe. Man zieht es vor, trotz aller offenbaren Unmöglichkeit den Ursprung des eigenen denkenden Geistes, der in seiner wunderbaren Tiefe die ganze Welt extensiv und intensiv umfaßt, in den absolut todten Atomen eines ewigen Urnebels zu suchen, als daß man ihn als von einem gütigen unendlich weisen Schöpfer ausgehend annehmen wollte. Dem Urstoff, der alle Merkmale der Zufälligkeit und Unvollkommenheit an sich trägt, schreibt man sehr bereitwillig eine ewige Existenz zu; und dem, dessen *Wesen* das „Sein" ist, und der seine Größe und Macht gerade darin zeigt, daß er so unendlich vielen und herrlichen Geschöpfen, welche kein Recht auf die Existenz hatten, das Dasein verlieh, dem verweigert man jede Berechtigung zur Existenz.

Man findet sich da nämlich vor die Alternative gestellt, *entweder* bei dem Ideen-Vorrath einer ausschließlich materiellen Weltanschauung stehen zu bleiben, mit der evidenten Erkenntniß, daß man damit für die höchsten und wichtigsten Fragen nicht ausreichen kann; *oder* aber einem neuen großen Ideenkreis den Geist zu eröffnen. Diese höheren Ideen sind nun in Nichts den Lehren der wahren Wissenschaft zuwider; aber sie sind doch eben weit höher und von unvergleichlich weiter tragender Bedeutung, und somit auch nicht in dem aufgehend, was man „die Wissenschaft" nennt. Weil nun diese sogenannte Wissenschaft, d. h. deren Vertreter der Mehrzahl nach, ein so hochgradiges Selbstgefühl haben, daß sie meinen, die Wissenschaft müsse Alles umfassen, was überhaupt wahr ist, so glaubt man auch berechtigt zu sein, die Annahme eines höheren unendlich vollkommenen Wesens gänzlich auszuschließen, oder wie C. Vogt in Darwinistischer Weise sich ausdrückt – „den Schöpfer vor die Thüre zu setzen". Es scheint sich bei diesen Herren eben gar kein Interesse zu regen für eine — wenigstens doch eventuell mögliche — Aufrechthaltung einer höheren Weltanschauung; im Gegentheil scheint eine gewisse Abneigung gegen die Annahme eines höchsten Wesens zu bestehen. Deshalb läßt man sich dann gern von jenem hohen Selbstgefühl in dieser Frage leiten, und erklärt die Existenz eines Schöpfers als einen

Digitized by Google

wissenschaftlich abgethanen Irrthum. Dann bleibt aber nichts Anderes übrig: dann *muß* man die Ewigkeit des Weltstoffes annehmen. Das ist die Genesis und die ganze „wissenschaftliche" Begründung dieser Weltanschauung.

Diese Begründung ist jedenfalls sehr mangelhaft, da sie im Grund auf Beschränktheit oder vielmehr Selbstbeschränkung beruht. Man sagt — ob mit Recht oder Unrecht, soll dahin gestellt bleiben —, in gewissen Städten, z. B. Leipzig gebe es noch manche selbstgenügsame Philister-Seelen von so hochentwickelter patriotischer Gesinnungstüchtigkeit, daß in ihrem Ideenkreis Leipzig als die Welt überhaupt erscheine, und sie meinen, was nicht in Leipzig zu sehen sei, das könne überhaupt nicht existiren. In ähnlicher Weise meinen jene Männer der „Wissenschaft", von denen am Ende der eine ein guter Chemiker, der andere ein tüchtiger Mathematiker oder Botaniker etc. ist, die „Wissenschaft" sei das ganze Reich der Wahrheit, und was nicht mit Teleskop oder Mikroskop oder mit Retorte und Wage oder ähnlichen Instrumenten oder durch darauf gestützten Calcul nachgewiesen werde, das sei überhaupt nicht *wahr*. Und dazu müssen sie doch noch bei so vielen schwerwiegenden Fragen ihr „ignoramus et ignorabimus" (nach Dubois Reymond) eingestehen. Das ist offenbar ein Selbstgefühl, welches von jenen des Leipziger Spießbürgers nur durch den Grad und den Gegenstand sich unterscheidet. Der Mangel an Begründung ist aber in beiden Fällen der gleiche. Nichtsdestoweniger findet man die Gesinnung der Einen lächerlich, diejenige der Andern aber erhaben!

Uebertreiben wir vielleicht? Gibt es etwa doch zwingende Gründe, welche zu jener Entscheidung zwischen diesen beiden Annahmen hindrängen? Von Seite der *Wissenschaft* gibt es keine. Man hat nie einen auch nur einigermaßen haltbaren Grund aus dem Gebiet der Wissenschaft vorgebracht, welcher die Existenz Gottes als unwahr erscheinen ließe. Was man vom Standpunkt des Darwinismus dagegen vorbringt, würde, wenn es vollkommen begründet wäre, höchstens *einen* von den vielen Beweisen für die Existenz des Schöpfers ins Schwanken bringen, nicht aber diese Lehre selbst. Aber auch eine solche Tragweite kommt ihm nicht zu. Wir kommen darauf noch zurück. Aber nicht nur keinen Widerspruch findet die Lehre von der Existenz des Schöpfers in der Wissenschaft; es wird vielmehr durch dieselbe auch nicht die leiseste Disharmonie oder der geringste Mangel an Klarheit in die Lehren der Wissenschaft gebracht. Die Wissen-

Digitized by Google

schaft ist eine Tochter des Lichtes; und Gott ist „der Vater des Lichtes“ (Jac. I. 17) „Gott ist Licht“ (I. Jo. I. 5). Deshalb besteht zwischen beiden die vollkommenste Harmonie.

Oder giebt es vielleicht philosophische Gründe, welche für eine solche Entscheidung maßgebend wären? Aber philosophisch ist gerade die Ewigkeit des Schöpfers die einzig mögliche Annahme, und die Lehre von der Ewigkeit des Weltstoffes gänzlich unhaltbar. Ein Grund dafür wurde bereits früher vorgebracht (S. 8). Noch klarer folgt dasselbe schon einfach aus der Unmöglichkeit einer unendlichen Zahl, d. h. einer solchen, welche wirklich und fertig, und zugleich unendlich wäre, im Gegensatz zu einer Zahl, welche durch fortwährendes unbegrenztes Zuwachsen gewissermaßen eine Unendlichkeit im Werden enthielte, und deßhalb potentiell-unendlich oder indefinit genannt wird. Eine actual-unendliche Zahl müßte nämlich nothwendig größer sein als jede denkbare Zahl, und folglich so beschaffen, daß man sie nicht größer denken könnte. Nun liegt es aber in dem Wesen der Zahl als solcher, daß sie größer oder kleiner gedacht werden kann. Also ist eine solche actual-unendliche Zahl unmöglich. Nun aber müßte, wenn der Weltstoff von Ewigkeit her existirte, eine actual-unendliche Zahl möglich sein. Denn so lange der Stoff besteht, kann auch in demselben eine Bewegung bestehen, welche ein Maß für die Zeit abgeben könnte, wie z. B. 1 Tag oder 1 Monat. Somit wäre eine actual-unendliche Zahl von Tagen nicht blos denkbar, sondern auch wirklich in ihren Ursachen vorhanden. Die Existenz eines ewigen Stoffes ist also, philosophisch betrachtet, eine Unmöglichkeit, und enthält einen Widerspruch.

Man kann dagegen nicht einwenden, daß man nur eine endliche Zahl größer oder kleiner denken könne, nicht aber eine unendliche, und daß somit der obige Beweis eine „petitio principii“ enthielte. Denn zunächst würde, auch wenn wir den Grundsatz gelten ließen, doch der Beweis dadurch gar nicht erschüttert, sondern im Gegentheil noch einfacher werden. Denn die einfachste Erfahrung lehrt ja, daß die Zahl jener Zeitabschnitte noch fortwährend zunimmt; also kann sie nach diesem Grundsatz selbst keine unendliche sein. Ferner aber ist es allerdings wahr, daß man eine actual-unendliche Zahl nicht größer denken kann; aber nur deshalb, weil eine solche Zahl überhaupt undenkbar ist. Somit würde der Einwand auf eine logische Klopffechterei hinauskommen. Denn daß eine Zahl größer oder kleiner gedacht werden könne, das hängt eigentlich nicht von der Zahl als solcher

Digitized by Google

ab, da die Zahl als solche nur ein logischer Begriff ist und nicht existirt. Das wirklich Existirende ist nur das, was gezählt wird; und folglich kann es auch nur von der Natur dieser gezählten Objecte abhangen, ob sie in größerer oder kleinerer Anzahl gedacht werden können. Nun handelt es sich aber bei allen diesen Fragen um Dinge (nämlich Zeitabschnitte), welche keine innere Nothwendigkeit besitzen, sondern vielmehr — wie die Philosophen sagen — indifferent sind zu existiren oder nicht zu existiren. Dieselben können also auch nothwendig in größerer oder kleinerer Zahl gedacht werden, ohne daß die Logik die geringste Schwierigkeit dagegen machen könnte. Es ist sonach ganz gleichgiltig, wie groß die Anzahl derselben sein mag, sie kann naturnothwendig immer größer gedacht werden. Und selbst wenn die Zahl unendlich wäre (dies einmal als möglich vorausgesetzt) müßte das noch gelten. Da nun aber der Begriff des Actual-Unendlichen eine Vergrößerung auch in Gedanken ausschließt, so folgt eben daraus, daß eine solche actual-unendliche Zahl absolut unmöglich ist.

Zur größeren Verdeutlichung für manche Leser, denen etwa diese philosophischen Ideen nicht geläufig sind, betrachten wir auch die ewige Dauer in der Zukunft. Eine solche ist möglich. Aber es ist das keine actual-unendliche Dauer, eben weil sie nicht actu, d. h. wirklich, besteht, sondern fortwährend erst noch wird und zunimmt. Deshalb ist auch die Möglichkeit einer actual-unendlichen Zahl in einer solchen Dauer nicht enthalten, sondern blos eine potential-unendliche, oder, wie es noch kürzer bezeichnet wird, nicht ein numerus infinitus, sondern ein numerus indefinitus.

Vielleicht wird diese Deduction etwas zu metaphysisch erscheinen; und unsere Männer der Wissenschaft scheinen ja leider eine Ehre darein zu setzen, daß sie auf Metaphysik nichts halten. Durch die Erfolge der empirischen Wissenschaften geblendet, meint man, nur das sogenannte „Positive", d. h. durch Versuche direct Nachweisbare, sei eigentlich sicher. Aber man bedenkt nicht, daß die Gesetze des Denkens doch etwas Metaphysisches sind, und daß dieselben bei aller und jeder Erkenntniß die nothwendigste Unterlage bilden. Und so führt der vermeintliche „Positivismus" consequent zur Untergrabung jeder Gewißheit, zum Scepticismus und Nihilismus. Doch dies sei nur per parenthesim bemerkt.

Wir können aber auch auf einem rein wissenschaftlichen Wege zu demselben Resultate gelangen, für welchen wir von der Metaphysik

Digitized by Google

nichts zu Hilfe nehmen müssen, als eben nur einige von den allgemeinen Denkgesetzen.

Wenn nämlich der Stoff von Ewigkeit her existirte, dann müßte er entweder von Ewigkeit her in einer wenn auch noch so kleinen Bewegung gewesen sein, oder aber es wäre vor dem Anfang der Bewegung eine Ewigkeit absoluter allgemeiner Ruhe vorausgegangen. Nun aber ist beides unmöglich. Denn wenn zu irgend einer Zeit eine absolute Ruhe geherrscht hätte, dann hätte der Zustand des Stoffes sich absolut nicht ändern können; es wäre vielmehr auch in dem darauf folgenden Zeitabschnitt die Bewegung ebenfalls rigoros gleich Null gewesen, und ebendeshalb auch in allen folgenden Zeiten.

Wäre aber die Bewegung schon von Ewigkeit her in dem Stoff gelegen, dann müßten die Bewegungen bereits seit undenklichen Zeiten soweit gediehen sein, daß alles erreicht wäre, was überhaupt in Folge dieser Bewegungen erreicht werden könnte. Selbst wenn auch nur in einem Theil die Bewegung von Ewigkeit bestanden, und von diesem sich allmählich auf alle übrigen ausgedehnt hätte, so müßten alle diese Bewegungen bereits längst ausgeführt und erschöpft sein. Denn mag auch die Summe aller bereits vollzogenen Bewegungen noch so groß sein, sie ist doch immer nur der Uebergang von einem bestimmten Ausgangszustand zu dem gegenwärtigen und somit eine endliche Zustands-Aenderung. Folglich genügte auch zu ihrer Durchführung eine endliche Zeit; und wenn wir jenen Ausgangszustand genau kennten, und einen so umfassenden und durchdringenden Geist besäßen, daß wir alle Umstände und mitwirkenden Factoren gebührend in Rechnung bringen könnten, dann wären wir sicher auch im Stande, selbst die Länge dieser Zeit genau zu berechnen. Es müßten also alle bereits vollzogenen Bewegungen bereits seit undenklichen Zeiten, oder vielmehr schon seit unendlicher Zeit, vollendet sein, und ebendeshalb auch schon alle Bewegungen, welche für uns noch in der Zukunft liegen. Alles müßte also bereits längst in dem End-Zustande sich befinden. Das ist nun aber offenbar nicht der Fall; sondern die Welt ist noch fortwährend in Bewegung und fortschreitender Entwickelung begriffen. Folglich ist es unmöglich, daß die Bewegung schon seit Ewigkeit im Gange gewesen sei.

Man wird dieser Schlußfolgerung nicht ausweichen können, als durch die Annahme, daß zwar die Bewegung von Ewigkeit in dem Stoff gelegen sei, daß sie aber weder rigoros gleich Null noch auch gleich einer bestimmten angebbaren Größe gewesen sei, also vielmehr

Digitized by Google

eine von den Größen, welche die Mathematiker Differentiale nennen, d. h. kleiner als jede angebbare Größe, aber doch nicht gleich Null; oder etwa eine Größe von der Ordnung wie die Distanz zwischen einer Curve und ihrer Asymptote in unendlicher Entfernung. Dieser Abstand ist nämlich immer kleiner, in je größere Entfernung man zurückgeht, und wird doch auch selbst in unendlicher Entfernung nicht rigoros gleich Null. Und wenn man dann alle diese Abstände durch Integration summirt, dann erhält man den ebenen Raum zwischen der Curve und der Asymptote; und dieser kann unter Umständen (z. B. bei der Exponential-Curve) eine endliche Größe sein, trotzdem man bis zu unendlicher Entfernung zurückgeht.

Alles das ist schön; aber es reicht nicht hin, um die aufgestellte Schlußfolgerung zu entkräften. Denn zwischen diesen Fällen und dem unsrigen besteht gerade in dem wesentlichen Punkt keine „paritas", sondern ein starker Unterschied. Denn der Abstand zwischen Curve und Asymptote, welcher in unendlicher Entfernung vorhanden ist, ist überhaupt keine bestimmte Größe, und kann deshalb gar nicht als existirend gedacht werden. Er ist nur etwas im Begriff Gedachtes, und zwar nur mit der einzigen Bedingung gedacht, daß er immer kleiner zu denken ist (nach dem Gesetz der Curve), je weiter man zurückgeht. Aber auch die Entfernung, zu welcher man zurückgeht, ist nicht eine actual-unendliche Größe, sondern sie ist eben nur potential-unendlich, d. h. größer als jede angebbare Zahl, aber doch nie so groß, daß man nicht in Gedanken noch weiter zurückgehen könnte, sonach ist sie auch etwas ganz Unbestimmtes. Aber mit einer seit Ewigkeit bestehenden Bewegung würde es sich ganz anders verhalten. Da wäre Alles etwas ganz Bestimmtes, aus dem einfachen Grunde, weil die ganze Vergangenheit ihrer Natur nach wirklich existirt hätte, und folglich in keiner Hinsicht etwas Unbestimmtes Potentiales sein könnte, sondern nur etwas Actuales und von ganz bestimmter Größe. — Ganz Aehnliches gilt von dem Differential. Ein wirklich existirendes oder in einer Figur dargestelltes Differential ist ein Unding; eben weil es als etwas in Bezug auf Größe ganz Unbestimmtes gedacht wird, und nur mit der einen Bedingung, daß es kleiner sei als jede angebbare Größe. Ganz im Gegensatz hiezu müßten jene Bewegungen im Stoff, eben weil sie wirklich bestanden hätten, etwas ganz Bestimmtes und von angebbarer Größe gewesen sein.

Ganz ähnliche Folgerungen ergeben sich, wenn wir anstatt der

Digitized by Google

Bewegung andere Zustands-Aenderungen in Betracht ziehen, z. B. Arbeit und Wärme. Damit kommen wir in das Gebiet der mechanischen Wärmetheorie, welche ja auch, rein physikalisch betrachtet, für die Vorgänge im Urnebel von höchster Wichtigkeit ist. Bereits früher (S. 27 . . . .) wurde gezeigt, daß in Folge der in dem Urstoff liegenden Kräfte Arbeit geleistet werden mußte, und daß diese Arbeit eine Erwärmung zur Folge haben mußte, welche aber zum größeren Theil durch Ausstrahlung in den Weltraum abgegeben wurde und nur zum kleineren Theil in den verdichteten Massen für längere Zeit gleichsam aufgespeichert blieb, um später ebenfalls ausgestrahlt zu werden. Es ist augenscheinlich, daß diese in den Raum ausgestrahlte Wärme nicht wieder in Arbeit zurückverwandelt werden konnte, oder doch nur zu einem sehr kleinen Theil, weil sie nämlich im Raume unter einer sehr niedrigen Temperatur sich ausbreitete, und nach den Lehren der Thermodynamik nie Wärme von niederer Temperatur in solche von höherer zurückverwandelt werden kann ohne Anwendung von weiterer Arbeit. Es ist also einleuchtend, daß bei jeder Arbeitsleistung ein großer Theil derselben als solche für immer verloren gehen mußte, um nur noch als Wärme von niedriger Temperatur zu existiren. Es ist das einigermaßen das Gleiche, was in dem sogen. „zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie" ausgesprochen wird, daß nämlich die Umsetzung von Wärme in Arbeit stets in umgekehrter Ordnung vor sich gehen kann, dagegen die Umsetzung von Arbeit in Wärme nicht immer umkehrbar ist. Und in unserem Fall ist der Proceß sogar nie umkehrbar, weil die ausgestrahlte Wärme nie wieder zurückgewonnen werden kann, und ihre Temperatur schließlich so tief wird, daß sie nicht auf einen noch kälteren Körper übergehen kann. Es geht also ohne alle Unterbrechung beständig Arbeitskraft für immer verloren.

Wir können demnach ganz richtig schließen: Wäre die Arbeitsleistung bereits von Ewigkeit her in dem Stoff thätig, so müßte bereits alle in demselben enthaltene Arbeits-Energie erschöpft und in einen gewissen Wärmezustand umgesetzt sein, so daß gar keine Arbeits-Energie mehr existirte, welche überhaupt in Wärme umgesetzt werden könnte und noch nicht umgesetzt wäre. Und auch die entstandene Wärme müßte sich nach bekannten physikalischen Gesetzen bereits längst vollkommen ausgeglichen haben, so daß kein Theil des Universums mehr eine höhere Temperatur besäße als andere Theile. — Nun aber sehen wir, daß wir von einem solchen End-Zustand noch

Digitized by Google

sehr weit entfernt sind. Denn in allen Sonnen resp. Fixsternen und in allen Stern-Nebeln ist noch eine sehr große Energie enthalten, welche durch fortgesetzte Contractions-Arbeit noch sehr viel Wärme hervorbringen kann; und auch durch Zusammenstöße kosmischer Massen können gleichfalls noch große Mengen Wärme erzeugt werden; und sowohl in den Sonnen als auch im Inneren der Planeten ist noch eine immens hohe Temperatur vorhanden, welche von einer allgemeinen Ausgleichung noch sehr weit entfernt ist. Also ist es unmöglich, daß diese Processe bereits seit unendlicher Zeit im Gang gewesen seien.

Das sind so einige Bedenken gegen die Zulässigkeit eines ewigen Urstoffes, welche doch von den Anhängern desselben zuvor gelöst und beseitigt werden sollten, ehe sie mit solcher Zuversicht diese ihre Ansicht als etwas Selbstverständliches hinstellen.

Aber sehen wir auch einmal von diesen Bedenken ab, und ziehen wir nur in Erwägung, ob denn doch die Idee des ewigen Urstoffes eine solche sei, daß ein denkender Geist sich eigentlich damit befreunden und davon befriedigt werden könne. Daß ein so höchst unvollkommener Gegenstand, wie jener Urstoff ohne Zweifel war, eine Eigenschaft besitzen solle, welche in einer Hinsicht doch immerhin eine unendliche Vollkommenheit in sich schließen würde, ist an sich schon eine philosophische Ungereimtheit. — Ueberdies aber nützt uns ja der Urstoff zu gar nichts, wenn wir ihn nicht mit gewissen Eigenschaften und Kräften ausgerüstet auffassen. Da finden wir nun aber fast ebensoviele unübersteigliche Schwierigkeiten in der Auffassung, als wir dem Stoff Eigenschaften beilegen. Es wurde bereits früher (S. 25) gezeigt, daß die wichtigsten Kräfte, welche wir nothwendig dem Urstoff beilegen müssen, die allgemeine Gravitation und die Abstoßung der Atome, für uns etwas gänzlich Unverständliches sind; und daß wir uns gar keinen Weg denken können, auf welchem solche Eigenschaften in dem Stoff erklärlich oder denkbar wären. Das gleiche gilt aber auch von andern Eigenschaften. Die Naturgesetze, und namentlich das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, verlangen, daß die Atome des Urstoffes als vollkommen elastisch angenommen werden. Aber können wir denn in einem Atom, welches aus gar keinen Theilen besteht, eine Elasticität begreifen? In späteren Stadien kommen noch andere Eigenschaften zur Geltung: die Elektricität mit ihrer polaren Anziehung und Abstoßung, die chemische Verwandtschaft, die Cohäsion, der Magnetismus mit seiner polaren Kraft.

Digitized by Google

Von diesen allen wissen wir wohl das Eine, daß sie nicht auf die Gravitation zurückgeführt werden können, im Uebrigen aber wissen wir über ihr Wesen nichts; und es gibt auch unter den größten Gelehrten nicht Einen, der darüber etwas Plausibles angeben könnte.

Die Idee des Urstoffes mit all diesen unlösbaren Schwierigkeiten ist also eine solche, daß wir eigentlich genöthigt wären, zu sagen, ein solcher Gegenstand sei etwas Unmögliches. Wenn wir den Stoff nicht von Kindheit an so oft gesehen oder in anderer Weise empfunden hätten, würde jeder denkende Mensch wohl sagen müssen, es sei gar nicht möglich, daß so etwas existirte. Wie könnte man also behaupten, daß die Annahme eines solchen Urgrundes der Dinge den menschlichen Geist befriedigen könne?! Jede vernünftige Auffassung oder Erkenntniß eines Gegenstandes — und noch vielmehr eine wissenschaftliche oder philosophische — muß doch dahin gelangen, daß man sich klar werde, die Sache müsse wirklich so sein und aus erkannten Ursachen oder hinreichendem Grunde sich so gestalten, wie wir sie wahrnehmen. Hier aber sind wir nicht nur weit von einer solchen Erkenntniß entfernt, sondern eine Menge von Schwierigkeiten stellt sich uns gegenüber, so daß wir nicht einmal begreifen können, daß überhaupt die Sache so sein könne. Nur die nackte Thatsache, die Wahrnehmung unseres Tastsinnes und des durch den Tastsinn geschulten Gesichtssinnes ist es, welche uns belehrt, daß die Sache doch de facto so sei. Aber eine tiefere vernünftige Erkenntniß steht diesem Zeugniß der Sinne ganz fremd und unvermittelt gegenüber. Und selbst wenn diese speciellen Schwierigkeiten auch nicht vorhanden wären, kann man denn einen vernünftigen Grund angeben, weshalb der Urstoff überhaupt existiren müsse? Wenn von der Existenz des Schöpfers abgesehen wird, kann man ja nicht einmal begreifen, wie der Stoff eigentlich existiren könne.

Wer diese Fragen ernstlich und ohne Voreingenommenheit überdenkt, der muß ohne Zweifel zu der Ansicht kommen, daß die Idee einer körperlichen Substanz dem denkenden Geist eigentlich weit größere Schwierigkeiten mache, als die einer geistigen Substanz. Denn eine Substanz, welche denken kann, ist etwas, was dem denkenden Geist aus unmittelbarster Erfahrung bekannt ist; aber eine Substanz, welche dick oder dünn, hart oder weich ꝛc. sein muß, um existiren zu können, die ist ihm aus sich gänzlich fremd. Allein durch das beständige Vorwalten unaufhörlicher sinnlicher Wahrnehmungen sind wir im Gegentheil so weit gekommen, daß wir bereits unter dem Namen einer Substanz fast mit Nothwendigkeit nur eine körperliche Substanz

Digitized by Google

denken. Man meint bereits, was nicht Stoff und Körper sei, das sei überhaupt einfach Nichts. Nur dem zur zweiten Natur gewordenen Uebergewicht einer solchen niedrigen sensualistischen Richtung, welche aber mit „Wissenschaftlichkeit“ aus sich absolut nichts zu thun hat, ja vielmehr eines tiefer denkenden Geistes unwürdig ist, ist es zuzuschreiben, daß man, vor jene Alternative des Ur-Anfanges gestellt, ohne alles Bedenken — vielleicht auch ohne eigentliches Denken — sofort der Annahme eines ewigen Urstoffes sich zuwendet. Diese Bemerkung findet aber ihre Anwendung nicht nur in der vorliegenden Frage, sondern sie wirft auch ein Licht auf die tiefe innere Unwahrheit des Materialismus überhaupt. —

Allein ist nicht vielleicht die Annahme eines von Ewigkeit existirenden Schöpfers ganz ähnlichen Schwierigkeiten unterworfen? — Keineswegs. Es gibt da allerdings auch Schwierigkeiten für das Vorstellungsvermögen, und auch in Betreff der Frage, wie dies oder jenes so sein könne. Aber eigentliche Schwierigkeiten, welche für den Verstand eine Unmöglichkeit in sich schließen, gibt es da nicht. Die Existenz eines ewigen Wesens überhaupt geht ja schon über die Fassungskraft des Menschen, insofern wir uns davon keine klare Vorstellung machen können. Allein diese Art von Schwierigkeiten ist einmal unausweichlich, da es unbedingt nothwendig ist, irgend etwas von Ewigkeit her Bestehendes anzunehmen. In solchen Fragen, welche so weit von allen unsern durch Erfahrung erworbenen Vorstellungen entfernt sind, muß das Urtheil des Verstandes genügen, und muß darauf verzichtet werden, das Verstandene auch durch Vorstellungen oder die Imagination uns näher zu bringen. Alle eigentlichen Schwierigkeiten sind aber nur gegen die Annahme eines ewigen Stoffes gerichtet und nicht gegen die Lehre von der Ewigkeit des Schöpfers.

So z. B. daß der Stoff seinem Wesen nach etwas Zufälliges ist und folglich nicht existiren kann, wenn er nicht durch ein anderes Wesen zur Existenz gebracht wird, das gilt nicht für Gott, dessen Wesen eben das „Sein“ schlechthin ohne alle Bestimmung und Einschränkung ist, und der folglich seinem innersten Wesen nach sein muß. — Die zweite Schwierigkeit, welche auf der Unmöglichkeit einer unendlichen Zahl beruht, hat ebenfalls auf Gott keine Anwendung. Denn obgleich die Dauer von Ewigkeit her eine actual-unendliche ist, so kann es doch darin keine actual-unendliche Zahl geben. Denn Gott ist seinem Wesen nach das ganze wahre Sein, und hat folglich

Digitized by Google

in jedem Moment Alles, was in der Idee des unendlichen Sein's inbegriffen ist. Deshalb kann es in Gott keine Aenderung geben („bei dem kein Schatten einer Aenderung besteht" Jac. 1, 17), folglich auch keine Succession von Zuständen oder Handlungen. Es gibt in Gott selbst keine Vergangenheit und Zukunft, er war nicht und wird nicht sein, sondern er „ist" in ewiger Gegenwart („Ehe Abraham ward, bin ich" Jo. 8, 58). Sonach gibt es da auch keine Zahl.

Noch weniger Anwendung können die Bedenken finden, welche darauf beruhen, daß eine unendliche Dauer eine Erschöpfung der Energie bewirken müsse. Die betreffenden Gesetze gelten eben nur für die geschaffene körperliche Welt. Gott ist aber absolut unendlich; und wenn er auch Millionen solcher Welten erschaffen sollte, wie das gegenwärtige Universum eine ist, so würde seine Macht dadurch in nichts verringert oder gar erschöpft werden. Vor ihm ist das ganze Universum weniger als was bei den Mathematikern eine kleine endliche Zahl ist, welche zu einer als unendlich betrachteten addirt wird („Wie ein Stäubchen an der Wage, so ist vor Dir die ganze Welt". Sap. 11, 23).

Daß ferner diese Annahme den denkenden Geist nicht ebenso unbefriedigt lasse wie der ewige Stoff, das dürfte klar sein. Keiner von den Gründen, welche gegen diesen angeführt wurden, hat hier eine Anwendung. Die absolut einfache und deshalb widerspruchlose Idee des Seins schließt da Alles in sich. Und wenn wir im Stande wären, die ganze unendliche Weite und Tiefe dieser Idee zu fassen, dann würden wir ebenso mit logischer Nothwendigkeit zur Erkenntniß alles dessen geführt werden, was das unendlich vollkommene Wesen in sich ist, wie eben dieses mit ontologischer objectiver Nothwendigkeit in Kraft seiner eigenen Wesenheit von Ewigkeit besteht. Wer das vollkommen fassen könnte, der würde in dieser Erkenntniß nicht blos Befriedigung finden, sondern den höchsten Grad von intellectueller Befriedigung und Freude. Ist es doch das nie erreichte Ideal der Philosophie, alles aus einer Idee herzuleiten.

Es kann somit kein Zweifel bestehen, welche von den beiden oben bezeichneten unausweichlichen Folgerungen von einem ruhig und richtig denkenden Menschen angenommen werden muß. Ganz gewiß nicht ein von Ewigkeit bestehender Urstoff, sondern das ohne allen Anfang existirende höchste Wesen — der Schöpfer — Gott. —

Außer diesem argumentum „per exclusionem" gibt es nun noch viele andere Beweise für die Existenz eines ewigen höchsten Wesens, welche von der christlichen Philosophie und Theologie ausführlich be-

Digitized by Google

handelt werden. Es kann nicht hier unsere Aufgabe sein, dieselben auszuführen, da sie mit unserem Gegenstand nur indirect in Verbindung stehen. Doch da diese Frage von so großer Wichtigkeit ist, und zwar gerade für unsere Zeiten ganz besonders, so werden die Leser wohl erlauben, daß wir hierüber wenigstens noch einige Bemerkungen beifügen. Wir möchten zwei etwas allgemeinere Gesichtspunkte, welche billigerweise ein großes Interesse finden sollten, besonders hervorheben.

Der erste betrifft den sehr wichtigen Umstand, daß ohne die Annahme eines ewigen höchsten Wesens viele Fragen, welche für den menschlichen Geist von höchstem Interesse sind, sich nicht blos als sehr schwierig, sondern auch als gänzlich unlösbar und zum Theil auch als absolut unaufklärbar darstellen, während alle diese Schwierigkeiten verschwinden, sobald die Existenz eines solchen Wesens angenommen wird.

So ist z. B. die wunderbare Zweckmäßigkeit im ganzen Haushalt der Natur und in allen einzelnen Theilen derselben ein unlösbares Räthsel, wenn man nicht die Existenz des Schöpfers annimmt, welcher alles in unendlicher Weisheit so geordnet hat. Man hat in neuerer Zeit geglaubt, diese Ansicht als ein Vorurtheil ansehen zu können, nachdem der Darwinismus über so Vieles Licht verbreitet und auch den Ursprung der „sogenannten Zweckmäßigkeit" aufgeklärt habe. Aber man hat sich doch darin sehr verrechnet. Auch angenommen daß der Darwinismus in seiner milderen Form, d. h. mit Ausschluß der Descendenztheorie für den Menschen, lichtvolle Aufklärungen für Manches im Pflanzen- und Thierreich bietet, so ist ja doch das alles nur eben für die belebte Natur anwendbar, und nachdem lebende Wesen vorhanden waren, welche die Fähigkeit und den Trieb besaßen, die eigene Art fortzupflanzen. Allein die Zweckmäßigkeit in der Natur, ist ja doch damit nicht erschöpft; und auch in der sogenannten todten Natur, in der rein physikalischen Ordnung der Schöpfung ist ebenfalls eine Zweckmäßigkeit und herrliche Ordnung ausgeprägt. Und speciell vor dem Anfang des Lebens hätte doch der todte Stoff in einer ganz wunderbar zweckmäßigen Weise angeordnet sein müßen, wenn aus ihm allein lebende Wesen hätten hervorgehen sollen. Damit sind wir vor die große Frage über den Ursprung des Lebens gestellt. Ueber dieselbe kann uns weder die Wissenschaft im Allgemeinen noch auch die neueste Form derselben, der Darwinismus, irgend etwas Haltbares sagen. Dieselbe liegt ebenso hoch über dem Bereich dieser Theorie, wie der Ursprung des Stoffes über

Digitized by Google

dem Bereich der Physik und Chemie liegt. Es giebt da noch absolut keine Erklärung, welche einen richtig denkenden Menschen befriedigen könnte; und es wird auch nie eine geben, wenn nicht ein höchstes Wesen angenommen wird, welches in sich den Urgrund alles Seins und alles Lebens enthält.

Aber auch innerhalb des Pflanzen- und Thierreiches reicht die Darwinistische Theorie bei weitem nicht hin, um alle Zweckmäßigkeit wirklich zu erklären. Für die wunderbare Erscheinung des thierischen Instinktes, und für ähnliche Erscheinungen im Pflanzenleben, hat der Darwinismus wohl einige nebensächliche Aufklärungen gegeben; aber für die Hauptsache ist noch bei weitem keine genügende Erklärung geboten worden. Aber auch die Erklärungen anderer minder schwieriger Erscheinungen sind eigentlich keine wahren Erklärungen. Man führt Alles auf gewisse „Gesetze" zurück, so das Gesetz der Zeugung überhaupt, der Vererbung im Allgemeinen und der sprungweisen Vererbung im Besonderen, der natürlichen Zuchtwahl, der Anpassung, der stärkeren Entwickelung der Organe, welche stärker gebraucht werden, und der Verkrüppelung derjenigen, welche nicht gebraucht werden. Aber sind das eigentliche Erklärungen? So könnte man ja beispielsweise auf die Frage, wie es komme, daß die verletzte Haut sich von selbst wieder so schön ausbessere, antworten, es sei ein Gesetz, daß es so geschehe; oder die Frage, weshalb die Bäume gerade aufwärts d. h. in einer der Schwerkraft entgegengesetzten Richtung wachsen, wäre einfach damit erledigt, daß es ein Gesetz sei, nach dem es so geschehen müsse. Noch viel weniger können andere wunderbare Erscheinungen, wie die Fortpflanzung der Menschen oder der Thiere dadurch als „erklärt" angesehen werden, daß man sagt, es sei ein „Gesetz" nach welchem es so geschehen müsse. Das sind Erklärungen, welche die zu erklärenden Facta in einer logisch allgemeinen Fassung aussprechen, diesen allgemeinen Satz dann als „Gesetz" hinstellen und als „Erklärung" der Erscheinungen gelten lassen. Wer mit solchen Erklärungen sich zufrieden gibt, der zeigt eben, daß er in Bezug auf gewisse Fragen die Forderungen der „Wissenschaftlichkeit" sehr niedrig zu stellen weiß, während sie in andern Fragen sehr hoch emporgeschraubt werden. Man hat oft der christlichen Philosophie des Mittelalters den Vorwurf gemacht, daß sie anstatt ursachliche Erklärungen der Erscheinungen zu geben, nur logische Zusammenfassungen oder begriffliche Auffassungen derselben als Erklärung gelten lasse. Nun hier findet ganz derselbe Vorwurf seine berechtigte Anwendung auf die moderne

Digitized by Google

„Wissenschaft" und zwar auf die Theorie derselben, welche gleichsam als ihre höchste Blüthe angesehen wird.

Solche Erklärungen wären erst dann eine genügende Erklärung, wenn man einen ursachlichen Grund oder wenigstens einen „hinreichenden Grund" für die Gesetze selbst angeben könnte, und wenn klar gemacht würde, woher denn die den lebenden Wesen innewohnende Kraft kommt, welche diese Gesetze befolgt und welche durch entgegenstehende Schwierigkeiten nicht nur nicht gedämpft und ertödtet, sondern zu größerer Energie angefacht wird. Wenn aber das geschehen würde, dann würde man auch einsehen, daß das, was der Darwinismus Wahres oder Wahrscheinliches an sich hat, durchaus nicht im Widerspruch steht mit dem Walten eines weisen Schöpfers, sondern vielmehr in vollkommener Harmonie. Die innere Kraft, welche der Darwinismus nothwendig voraussetzen muß, und die Gesetze, welche er postulirt, finden eben ihre ursachliche Begründung nur in der Macht und weisen Anordnung des Schöpfers. Es sind das nach dem Ausdruck der christlichen Philosophie „causae secundae" der Erscheinungen, während die „causa prima" oder die causa causarum der Schöpfer selbst ist. Denn wenn von einem Walten des Schöpfers die Rede ist, so fällt es ja keinem christlichen Denker ein, zu meinen, daß Gott unmittelbar und, um so zu sagen, mit eigenen Händen alles wirken solle. Vielmehr wie er in die Atome der todten Natur die Molecularkräfte der Anziehung und Abstoßung etc. gelegt hat und so die schöne Ausgestaltung des physischen Universum's ganz nach seinem Plane hervorgebracht hat, so wie wir es bewundern; in ganz entsprechender Weise hat er auch durch eigenartige Kräfte und nach von ihm vorgeschriebenen Gesetzen die herrliche Ausbildung der organischen und belebten Natur hervorgebracht. So ist also in den Augen und vom Standpunkt des christlichen Denkers der gemäßigte Darwinismus nicht so ungenügend und verwerflich, weil hinter dem „Gesetz" und der „Kraft" ein realer hinreichender Grund, der Schöpfer, gedacht wird. Wenn aber das System in ungebührlicher Weise ausgedehnt und auch der Schöpfer ausgeschlossen wird, dann erscheint dasselbe als ein höchst ungenügendes, welches weit entfernt ist, die großen Fragen zu lösen, deren Beantwortung es mit solcher Ostentation verspricht. Ohne Zweifel wird die Zeit kommen, da der Rausch vergehen, und die gelehrte Welt sich schämen wird, daß einem solchen System in solcher Weise gehuldigt werden konnte.

Noch weit weniger ist es möglich, ohne die Annahme eines ewigen höchsten Wesens die Existenz von geschaffenen geistigen Wesen zu

Digitized by Google

verstehen. Und zwar ist das nicht etwa eine „Schwierigkeit", welche allenfalls doch noch eine Lösung würde finden können, sondern es ist einfach eine Unmöglichkeit, eine Absurdität. Das hat man denn auch anerkennen müssen; und mit merkwürdiger Uebereinstimmung hat man sich dazu verstanden, die Existenz jedes geistigen Princip's in der Schöpfung zu verwerfen. So ist denn die „Wissenschaft", nachdem sie dem Schöpfer die Existenz abgesprochen hat, ganz consequent auch dahin gekommen, sich selbst die Existenz des eigenen Geistes abzusprechen. Aber so etwas geht nicht so leicht und glatt ab, sondern es reihen sich daran nothwendige Consequenzen. Wenn kein geistiges Wesen in uns lebt, dann sind unsere eigene Thätigkeiten ein beständiges Räthsel für uns, und zwar ein solches, daß wir nicht nur nicht verstehen, wie sie geschehen können, sondern so, daß wir sie von dem Standpunkt jener Ansichten aus als Unmöglichkeiten klar erkennen müssen. Die bloße einfache sinnliche Empfindung und noch mehr die sinnliche Wahrnehmung, durch welche Gegenstände, welche von uns entfernt sind, in unsrem Innern dargestellt und einheitlich aufgefaßt und die Darstellungen nach der eigenen Erfahrung interpretirt werden, ist für uns etwas gänzlich Unfaßbares. Und doch wird sie von uns so unzählige Male nicht blos jeden Tag, sondern jede Minute ausgeführt, und ist für unser Leben etwas ganz Unentbehrliches. Noch mehr erscheint die Verstandes-Erkenntniß als eine Unmöglichkeit. Denn daß so tiefe und weite Auffassungen der mannigfachsten Gegenstände, und so lebensvolle wunderbare Combinationen derselben, ein bloßes Spiel materieller Theile, Fibren und Organe sein könnten, das kann nur der sagen, welcher eben einsieht, daß er sonst einen absoluten Bankerott seiner Wissenschaft eingestehen müßte. Und die Unmöglichkeit tritt noch stärker hervor, wenn wir bedenken, daß wir auch eine Menge von Ideen haben, welche gar nichts Materielles vorstellen, wie z. B. die allgemeinen Ideen des Sein's, der Möglichkeit, der Zeit; geistige Substanzen und ihre Eigenschaften wie Verstand, Witz etc. und Gott selbst; Tugenden und Laster wie die Gerechtigkeit, Undankbarkeit etc. etc.; und ferner, daß wir nicht blos Ideen haben, sondern Urtheile und Ketten von Urtheilen und Schlußfolgerungen, welche nach unabänderlichen geistigen Normen gebildet und beurtheilt werden, die absolut im Stoff keine Begründung haben können.

Noch mehr (wenn möglich) als die Erkenntniß, ist der freie Wille des Menschen eine absolute Unmöglichkeit in diesem System. Denn das liegt auf der Hand, daß eine solche Freiheit der Selbst-

Digitized by Google

bestimmung, durch welche wir, auch wenn Alles gegeben ist, um eine bestimmte Handlung thun zu können, dennoch aus eigenem inneren Vermögen uns bestimmen können, dieselbe zu lassen, oder auch das Gegentheil zu thun, daß diese absolut undenkbar wäre, wenn nicht ein geistiges Princip in uns dächte und wollte. Wenn ein solches nicht existirte, dann wäre eben Alles und Alles was geschieht lediglich Wirkung der in dem Stoff liegenden Kräfte. Nun ist klar, daß solche Kräfte immer mit Nothwendigkeit ihre Wirkung erreichen. Jede Lage und Bewegung der Theilchen ist die unausweichliche Wirkung der Lage und Bewegung, welche im vorhergehenden Moment bestand; und ebenso alle weiter folgenden bis in die fernste Zukunft. Wie kann da von einer Freiheit der Selbstbestimmung die Rede sein, wenn alles bis zu den geringsten Regungen mit unausweichlicher Nothwendigkeit durch die buchstäblich „elementare Gewalt" der Molecular-Kräfte im Voraus bestimmt ist ? !

Merkwürdig aber ist, daß auch diese Folgerung allgemein anerkannt wird, und daß doch dadurch keine Umkehr der Ansichten bewirkt wird. Man hat sich wirklich in diese des Menschen unwürdige Ansicht mit heroischer Resignation gefügt und hineingelebt, daß der Mensch gar keinen freien Willen habe, und daß es eine Illusion sei, wenn man solches glaubt. Man opfert also Alles, auch das Höchste, was zu allen Zeiten den Menschen das Theuerste war, nur um eine Ansicht, an welche man sich einmal festgeklammert hat, aufrecht halten zu können, die Ansicht daß es — keinen Gott gebe. So gehen dem Menschen auch seine edelsten Vorzüge verloren, wenn er seinem Schöpfer die Anerkennung versagt, und Ihm das nicht einräumen will, was Ihm dem innersten Wesen der Dinge nach zukommt.

Aber auch hier stellt sich noch eine Reihe von Consequenzen mit Naturnothwendigkeit ein, die noch fataler sind als die oben angedeuteten. Wenn es keinen freien Willen gibt, dann kann auch von einer *Pflicht* oder von einem *Recht* gar keine Rede sein, sondern Alles kommt auf physische Gewalt hinaus; das einzige Recht ist dann das der stärkeren Faust oder des stärkeren Gebisses. Es gibt dann gar nichts sittlich Gutes oder Böses mehr, weil ja der Mensch absolut nicht anders handeln kann, als er wirklich handelt; jedes Lob wird dann Ironie und jede Strafe Grausamkeit. Wer möchte da ein Ende absehen von den furchtbaren Consequenzen, die daraus entstehen werden?! Und daß doch dieselben nur *mögliche* Folgerungen wären, und nicht vielmehr solche, welche ohne allen Zweifel über die Mensch-

Digitized by Google

heit kommen werden, wenn nicht eine Umkehr in den Grundanschauungen stattfinden wird! Daß sie doch wenigstens noch in großer Ferne als zukünftig erscheinen möchten, und nicht bereits in furchtbarer Wirklichkeit ihre Schatten in so große Nähe vorauswerfen möchten!

Es ist einmal im Leben des Geistes und im Reich der Ideen und Wahrheiten Alles noch weit inniger nach dem Causalitäts-Princip verkettet und in einheitlicher Harmonie wunderbar geordnet als in der physischen Natur, so daß man da nicht eine Wahrheit, welche etwa weniger sympathisch erscheint, aus dem System ausmerzen und gleichsam einen Stein aus dem Gefüge herausnehmen kann, ohne daß in nothwendiger Folge ein Theil nach dem anderen herausbröckelt, bis schließlich das ganze System zusammenstürzt. Kein Wunder, daß das noch viel wirksamer und unaufhaltsamer sich vollzieht, wenn nicht irgend ein Stein herausgenommen wird, sondern wenn der Grundstein und das Fundament selbst zerstört wird, auf welchem das Ganze ruht.

Der christliche Denker wird deshalb Gott danken, daß er ihn von Jugend auf in dieser Ueberzeugung und im Glauben an dieses Fundament hat aufwachsen lassen; denn es scheint wirklich eine eigenthümliche Schwierigkeit darin zu liegen, diese Ueberzeugung wiederzugewinnen, wenn einmal ein größeres Stück des Lebens in der entgegengesetzten Ansicht ist hingebracht worden. Auch wird er gerade in dieser wunderbaren inneren Ordnung des Geisteslebens eine Art innerer Sanction erblicken, mit welcher das Reich des Geistes gegen frevelhafte Eingriffe reagirt; und eben darin eine neue Bekräftigung seiner Ansichten finden. Denn es liegt darin ein neuer Beweis für die unendliche Weisheit und unergründliche Tiefe, mit welcher da alles geordnet ist. Es ist das im Grunde nichts Anderes, als was die heilige Schrift so kurz und tief mit dem Ausdruck „judicia Dei" bezeichnet. „Judicia Dei abyssus multa", „Gottes Urtheile sind ein tiefer Abgrund" (Ps. 35, 7); „Die Berge frohlocken vor dem Herrn, denn er kommt zu richten die Erde. Richten wird er den Erdkreis in Gerechtigkeit" (Ps. 97, 9); „Gericht wird er halten unter den Völkern, Ruinen wird er anhäufen und die Köpfe Vieler auf Erden zerbrechen" (Ps. 109, 6). —

Der zweite Gesichtspunkt, den wir noch hervorheben wollten, bezieht sich auf die Naturgemäßheit der Annahme eines höchsten Wesens, und wie dieselbe dem menschlichen Geist angemessen ist und ihn befriedigt. Diese Uebereinstimmung mit den Gesetzen des Den-

Digitized by Google

kens ist nämlich so groß, daß man geneigt sein kann, ihr die Kraft eines eigentlichen Beweises für die Existenz Gottes zuzuschreiben. Eine solche Tragweite wird nun freilich diesen Betrachtungen von vielen der bedeutendsten christlichen Denker abgesprochen, — vielleicht nicht ganz mit Recht; aber ein Beweis für eben jene Uebereinstimmung dieser Lehre mit den Denkgesetzen liegt gewiß darin. Deshalb wollen wir sie nicht mit Stillschweigen übergehen.

Es gibt ein Reich der Ideen und Wahrheiten; das ist für jeden richtig denkenden Menschen evident. Für wirklich tiefere Denker ist das vielmehr das eigentliche Lebens-Element, so daß Plato sagte, die Ideen seien das wahrhaft, weil unveränderlich, Seiende, und die körperlichen Dinge seien im Vergleich damit „nicht eigentlich" seiend — μὴ ὄντα. Die ganze Mathematik baut sich auf aus idealen Wahrheiten. Aber auch in den andern Wissenschaften, und auch wieder in der Mathematik selbst, gibt es immer eine tiefere Begründung, eine Art Metaphysik der betreffenden Wissenschaft. Es fragt sich nun, was denn das Object dieser idealen Wahrheiten und Theorien eigentlich sei. Ist es in sich selbst eigentlich Nichts? Aber dann könnten wir ja auch nichts davon aussagen, noch viel weniger eine so schöne Ordnung ohne allen Widerspruch oder Disharmonie und so schöne den Geist bezaubernde Wahrheiten darin finden. — Oder ist es nur ein Effect von Vibrationen oder Phosphorescenzen der Gehirnfasern? Aber wir finden bei allen Menschen, die überhaupt je gedacht haben, die größte Uebereinstimmung in diesen Wahrheiten. Einige dringen wohl tiefer ein, andere weniger tief; aber was als eigentliches Resultat hingestellt wird, das ist immer und überall das Gleiche, und nie unter sich widersprechend. So hat es z. B. nie eine Mathematik gegeben, welche der unserigen widersprüche und z. B. behauptete, daß die drei Winkel eines Dreieckes kleiner als zwei Rechte sein könnten. Und noch mehr, wir erkennen mit Evidenz, daß diese Wahrheiten durchaus nothwendig sind, und nie und unter keinen Umständen als falsch sich erweisen könnten. Und diese Nothwendigkeit ist gänzlich unabhängig davon, ob die Wahrheiten von erschaffenen Geistern erkannt werden oder nicht. Wenn auch nie ein Mensch zur Erkenntniß gekommen wäre, daß z. B. jeder Kugelkreis in der stereographischen Projection wieder ein Kreis ist, so wäre das dennoch vollständig ebenso sicher wie gegenwärtig. Diese und überhaupt die idealen Wahrheiten haben also ihren Grund durchaus nicht in dem Subject, welches sie erkennt, weder im Geist noch viel weniger im Gehirn. Der

Digitized by Google

Geist macht sie nicht, sondern sie bestehen unabhängig von ihm; und er eignet sich dieselben nur an, ganz ebenso wie das Auge das Licht des Tages nicht macht, sondern vielmehr durch dasselbe bestrahlt und dadurch erst sehend wird. Nun aber irgend einen realen hinreichenden Grund (eine ratio sufficiens) müssen sie doch haben; und zwar muß dieser Grund ein nothwendiger und darum unveränderlicher ewiger sein und von unendlicher Vollkommenheit. Nun aber ein solches Wesen, das ist eben dasjenige, welches wir Gott nennen. Man kann sonach mit gutem Grund sagen, daß aus den Wahrheiten der Mathematik in sich selbst betrachtet ein richtig denkender Philosoph ganz consequent zu dem Schluß kommen muß, daß Gott existirt. Wenn Gott nicht existirte, dann würde nicht blos anstatt der schönen physischen Natur absolut Nichts bestehen, sondern auch von dem unendlich weiten und schönen Reich der Ideen und idealen Wahrheiten würde absolut Nichts vorhanden sein, derart, daß auch die innere Denkbarkeit der Ideen fehlen würde. — Die Art und Weise, wie die Ideen in Gott begründet sind, das ist eine andere Frage. Die christliche Philosophie handelt darüber; aber es gehört nicht zu unserem Gegenstand.

Die modernen extremen Darwinisten werden wahrscheinlich nie so etwas in philosophischen Lehrbüchern nachgelesen haben; aber dennoch scheinen sie die Kraft dieser Reflexion gefühlt zu haben. Dieselbe paßt nämlich durchaus nicht in ihr System. Wenn dieses wahr wäre, müßte vielmehr der Urgrund jenes Ideenreiches nur in dem menschlichen Gehirn zu suchen sein; und dasselbe wäre, wie alles Andere, nur ein Resultat eines Evolutions-Processes, in welchem alle Vorfahren der jetzigen Menschheit, bei denen die sogenannten „Ideen" weniger oder schief oder unrichtig entwickelt waren, allmählich ausstarben und schließlich nur diejenigen als existenzfähig sich behaupteten, bei welchen diejenige Art zu denken sich ausbildete, welche wir jetzt zufällig besitzen. Der Darwinismus verlangt also mit Nothwendigkeit, daß alle abstracten Wahrheiten und Wissenschaften und die Gesetze des Denkens selbst als zufällig betrachtet werden, bedingt durch die zufälligen Lebens-Verhältnisse, in denen gegenwärtig die Menschheit sich findet. Dagegen muß jeder vernünftige Denker sagen, daß dieselben nothwendig und unabänderlich sind. Es droht somit von dieser Seite dem Darwinismus eine Gefahr. Was also thun? Etwa das System auf seine Wahrheit gründlich prüfen? Aber warum nicht gar? Das System muß wahr sein. Deshalb müssen

Digitized by Google

alle idealen Wahrheiten und Wissenschaften als zufällig erklärt werden. Es muß die Möglichkeit bestehen, daß, wenn die Menschheit noch mehrere Wandlungen wird durchgemacht haben, auch eine Aenderung in denselben eintreten könne, so daß z. B. manche mathematische Wahrheiten, welche jetzt mit Evidenz als wahr bewiesen werden, alsdann von unsern späten Epigonen mit eben solcher mathematischer Evidenz als falsch bewiesen werden. Das sind nicht etwa Scherze, sondern das liegt vollkommen consequent in den Lehren des Darwinismus enthalten. Wenn sich die Organe und allmählich sogar die ganze Art ändern, warum nicht auch diese nebensächlichen Erscheinungen der sogenannten Ideen?

Noch mehr: Es scheint fast, als ob manchen Denkern die Darwinistische Evolution zu langsam vor sich gehe, und man ihr vorarbeiten wolle. Denn wenn Mathematiker — und zwar vom ersten Rang — mit der Behauptung auftreten, daß der Raum auch eine vierte Dimension besitze, in welcher wunderbare Dinge vor sich gehen, oder daß zwei gerade Linien sich auch in zwei Punkten schneiden können ꝛc., so streift das doch schon stark an die Wandelbarkeit und folglich Unsicherheit aller mathematischen Lehren. Es scheint wirklich, daß man bereit ist, dem Darwinistischen System auch dieses Opfer der unbedingten Huldigung zu bringen und sogar jeder wirklichen Gewißheit unserer Erkenntniß zu entsagen, wenn nur — das System aufrecht bleibt. Aber wenn je eine solche Sünde an der Natur des menschlichen Geistes allgemeiner werden sollte, dann würde sicher auch die providentielle Sühne nicht ausbleiben. Will man leichtfertig und freiwillig die Grundlagen der menschlichen Erkenntniß umstürzen, dann wird ganz naturgemäß das menschliche Denkvermögen selbst in's Wanken gerathen. Unsere bereits sehr großen Irren-Anstalten werden sich dann als zu klein erweisen, und man wird einen neuen Beleg dafür haben, daß man an der Existenz des höchsten Wesens nicht ungestraft rütteln darf.

Manche christliche Philosophen sind nun noch weiter gegangen, und haben sogar aus der Idee selbst, die wir von Gott haben, dessen Existenz beweisen wollen. Der Versuch ist nicht so ohne weiteres zu verwerfen, und wurde bereits in Obigem angedeutet. Etwas vollständiger ausgeführt würde die Schlußfolgerung allenfalls diese sein: die Idee Gottes ist die des Sein's ohne irgend welche Einschränkung oder Differenziirung. Es liegt also in dieser Idee, daß sie das ganze Sein in dessen unendlicher Ausdehnung umfaßt, und folglich auch alle wahren Vollkommenheiten, welche ja eben nur bestimmte

Digitized by Google

Seiten oder Differenziirungen des Seins sind, enthalte, und zwar in unendlichem Grad. Nun ist es doch auch eine Vollkommenheit, wenn ein Ding in seiner eigenen Wesenheit den Grund hat, daß es existire, und nicht von einem Andern die Existenz empfange. Und diese Vollkommenheit ist nicht etwa eine chimärische Idee, da wir ja dieselbe — wie wir bereits sahen — nothwendig irgend einem Wesen zuerkennen müssen. Also können wir nicht nur, sondern wir müssen die Idee Gottes auffassen als die eines nothwendig Seienden. Nun aber versuche man nur, zu denken ein nothwendig Seiendes, welches aber doch nicht existirt. Das wäre ein Widerspruch in sich selbst. Wir müssen also auch nothwendig, schon in Kraft der Denkgesetze allein, die Existenz des höchsten Wesens annehmen.

Dieselbe Schlußfolgerung kann in etwas verschiedenen Formen durchgeführt werden. So z. B.: die Idee des Sein's schlechthin ist die einfachste aller Ideen. Folglich kann in derselben kein Widerspruch enthalten sein, weil zu einem Widerspruch wenigstens zwei Begriffe erforderlich sind. Sonach ist das „Sein" evident möglich. Nun aber kann es nicht als möglich gedacht werden, ohne wirklich zu existiren. Denn anderufalls müßte es in Kraft der Möglichkeit noch entstehen können. Das aber enthält einen Widerspruch, daß das Sein ohne Einschränkung erst von einer bestimmten Zeit an existirte. Folglich muß dieses „Sein" von Ewigkeit her existiren.

Wir wollen, wie gesagt, auf diese Beweisführungen nicht so viel Gewicht legen, als ob sie die Grundlage unserer Ueberzeugung von Gottes Existenz bildeten. Viele tiefe Denker, unter Andern der heil. Thomas v. Aquin, nehmen sie nicht als eigentliche Beweise an; aber viele Andere, namentlich der heil. Anselm, welcher an Tiefe und Richtigkeit des Denkens dem heil. Thomas kaum nachstehen dürfte, vertheidigen dieselben — wenigstens in der ersten Form. Wenn so große Geister in einer Frage nicht übereinstimmen, dann können wir uns nicht anmaßen, darin eine Entscheidung auszusprechen. Aber Eines zeigen doch diese Deductionen, nämlich die eminente innere Uebereinstimmung der Lehre von der Existenz Gottes mit den ersten Gesetzen des Denkens, und folglich mit dem innersten Wesen unseres Geistes. Deshalb hauptsächlich haben wir sie angeführt.

Wir, die wir diese Wahrheit von Kindheit an gelernt haben, können also wohl zufrieden sein mit derselben; und wir haben nicht die geringste Veranlassung, uns derselben gleichsam zu schämen. Es liegt darin kein Köhler-Glaube, wie man wohl von gegnerischer Seite

Digitized by Google

öfters gespottet hat. Im Gegentheil ist es diejenige Lehre, in welcher allein eine Möglichkeit gegeben ist, eine schöne, consequente, alles umfassende Welt-Anschauung sich zu bewahren. Wenn in derselben auch weit größere Schwierigkeiten enthalten wären, so müßten wir in Anbetracht der Vorzüge dieser einheitlichen harmonischen Weltanschauung dieselben mit in Kauf nehmen. Nun aber bietet sie für den Verstand zwar dunkle Fragen, Geheimnisse, deren Ergründung die Kräfte unseres Erkenntnißvermögens übersteigt, aber keine eigentlichen unlösbaren Schwierigkeiten, welche eine Unmöglichkeit involvirten. Alle in dieser Frage auftauchenden unlösbaren Schwierigkeiten sind ausschließlich nur gegen die entgegenstehende Ansicht gerichtet. Wir müssen wohl annehmen, daß diejenigen, welche dieser huldigen, dabei bona fide verfahren; das verlangt die Billigkeit. Aber die Toleranz würde zu weit gehen, wenn man auch annehmen wollte, daß diese Lehre selbst gut sei, und daß in derselben eine schöne licht- und geistvolle Gesammt-Anschauung der Welt und des Geistes-Lebens zu finden sei. Im Gegentheil, in derselben ist nicht nur keine Harmonie und Schönheit und innere Consequenz, sondern schier Alles, auf was diese Lehre Anwendung findet, geht consequent aus den Fugen und löst sich in Disharmonie und Zerstörung auf.

Und bei alle dem geriren sich die Gegner so und führen ein so großes Wort, als ob unsere Anschauung unvernünftig und mit der „Wissenschaft" im offenen Widerspruch, ja fast als ob sie eine Schmach für die Menschheit wäre. Und weil ihre Zahl leider so groß ist, bildet sich daraus eine Art öffentliche Meinung, so daß es Manchem schwer fällt, gegen dieselbe die eigene Ueberzeugung zu bewahren. Aber wir werden erwägen, daß es eben nur die große Zahl ist, welche eine solche Meinung stützt, aber absolut keine vernünftigen Gründe. Die Gegner mögen zusehen, wie sie aus dem großen allgemeinen geistigen Schiffbruch einige Bruchtheile sammeln und nothdürftig zusammenfügen können, um wieder etwas zu construiren, was einigermaßen als ein consequentes System angesehen werden könnte. Eine wirklich consequente, schöne, hohe und alles umfassende Weltanschauung kann es von ihrem Standpunkt aus nicht geben; und noch weniger eine heilsame Wirkung auf die Menschheit. Im Gegentheil von allen den großen unendlich wichtigen Fragen, welche in der neueren Zeit aufgetaucht sind, ist die, welche wir hier behandeln, die wichtigste, ja das Fundament derselben; und nur weil hierin gefehlt und mit Ueberlegung geirrt wird, deshalb sind alle jene ander Fragen entstanden, welche die Welt mit Furcht und Bangen

Digitized by Google

vor dem, was kommen wird, erfüllen. Diese Wichtigkeit der großen Hauptfrage hat uns veranlaßt, bei derselben etwas länger zu verweilen, als es eigentlich für unsern Gegenstand nothwendig gewesen wäre. Der freundliche Leser wolle diese etwelche Abschweifung gütig entschuldigen.

IX. Verhältniß der wissenschaftlichen Kosmogonie zur biblischen Schöpfungsgeschichte.

Alles, was im Vorhergehenden auseinandergesetzt wurde, stützte sich auf rein wissenschaftliche Gründe, oder auf Betrachtungen, welche dem Gebiet einer einfachen nüchternen Philosophie angehören, ohne daß das eigentliche Gebiet der Offenbarung betreten worden wäre. Auch im Folgenden wollen wir die positive Offenbarung nicht als Grundlage unserer Erörterungen benutzen. Aber nachdem die hier behandelten Fragen doch einmal auch dem Gebiet der Offenbarung angehören und gewissermaßen ein Grenzgebiet von Wissenschaft und Offenbarung bilden, müssen wir doch nothwendig auch Rücksicht nehmen auf das, was jenseits unserer Grenzen liegt, und unsere Theorien gewissermaßen auch von der jenseitigen Seite betrachten und prüfen. Mehrfach wurde bereits das alte Axiom ausgesprochen, daß wahre Wissenschaft und Offenbarung sich nicht widersprechen können. Wollen wir also einer Theorie mit voller Ueberzeugung anhangen, so ist es gewiß von der größten Wichtigkeit, daß untersucht wurde, ob über den behandelten Gegenstand nicht unzweifelhafte Lehren der Offenbarung vorliegen, welche allenfalls mit unsern Auffassungsweisen nicht harmoniren. Und dies dürfen wir um so weniger übergehen, da wir ja die Kosmogonie „vom Standpunkt christlicher Wissenschaft" betrachten, während doch bis jetzt sehr wenig spezifisch Christliches in den Abhandlungen enthalten ist.

Es ist dabei nicht nothwendig, daß diese Untersuchung sehr weit ausgedehnt werde; wir betrachten vielmehr nur den wichtigsten Theil der Theorien, nämlich den über die Entstehung oder Ausbildung der Welt. Und dies deshalb, weil einestheils nur darüber eine wirkliche Darstellung in der heiligen Schrift vorliegt, während über viele andere Theorien, welche oben auseinandergesetzt wurden, die Offenbarung einfach schweigt; anderntheils weil man gerade hierin von gegnerischer Seite so oft behauptet hat, daß eine wissenschaftliche Kos-

Digitized by Google

mogonie nothwendig in unheilbarer Disharmonie stehen müsse mit dem, was uns der heilige Text darüber sagt. Aber auch über den so beschränkten Stand der Frage würde die Untersuchung sehr ausgedehnt werden müssen, wenn alles vollständig behandelt werden sollte. Allein gerade in dieser Frage ist bereits so viel Gutes und Richtiges geschrieben worden, sowohl in eigenen Werken wie z. B. Dawson „Natur und Bibel", Reusch „Bibel und Natur", Güttler „Naturforschung und Bibel", Pfaff „Schöpfungsgeschichte" 2c., als auch in Zeitschriften wie namentlich „Natur und Offenbarung", „Revue des Questions scientifiques" 2c., daß man wohl sagen könnte, die Frage, welche wir hier in Betracht ziehen, sei eine bereits gelöste und abgethane. Wir können uns deshalb hierin kurz fassen, indem wir eigentlich dem vielen Vortrefflichen, was bereits geschrieben ist, sehr wenig Neues hinzuzufügen haben. Allein eine kurze Behandlung der Frage erscheint doch wohl nothwendig, theils weil jene Werke nicht gerade allen Lesern zur Hand sind, theils auch weil in diesen selbst die Lösung mancher speciellen Schwierigkeiten auf einem Weg gesucht wird, welcher nicht haltbar ist. Und es ist immer ein Uebelstand, wenn gleichsam die Rechtfertigung der Wahrheit an Anschauungsweisen gebunden wird, welche sich als irrige erweisen; vielmehr macht die verfehlte Rechtfertigung einer Lehre, selbst bei gutgesinnten und wohlgeneigten Lesern, fast den Eindruck wie ein Nachweis von der Unrichtigkeit derselben. Noch vielmehr gilt das für unsere Frage, in welcher viele Gegner vorhanden sind, welche nichts weniger als eine wohlwollende Gesinnung bekunden.

Die hl. Schrift redet an mehreren Stellen von der Erschaffung oder Bildung der Welt; aber eine eigentliche Geschichte derselben wird nur im ersten Kapitel der Genesis gegeben. Die Worte des hl. Textes sind allbekannt. Offenbar lauten dieselben ganz anders, als die von uns oben ausgeführten kosmogonischen und geogonischen Theorien, oder als etwa ein sehr kurzer Auszug aus diesen lauten würde. Aber darin liegt nicht der Kern der Frage, sondern vielmehr darin, ob *sachlich* ein wahrer Widerspruch bestehe mit den sicheren Ergebnissen der Wissenschaft. Daß die *Form* der Darstellung und die *sprachliche* Ausführung sehr stark von den Darstellungen wissenschaftlicher Kosmogonien abweichen mußte, das konnte in Anbetracht mehrerer Umstände gar nicht anders erwartet werden.

A. Hierher gehört vor allem die große *Verschiedenheit des Standpunktes*, von welchem die Vorgänge geschildert werden.

Digitized by Google

Daß aber ein Gegenstand, je nachdem er von einer oder von der anderen Seite betrachtet wird, ein ganz anderes Aussehen bieten kann, ist eine allgemein bekannte Sache. So bietet, um ein triviales, gerade sehr nahe liegendes Beispiel zu wählen, das sächsische Erzgebirge, von der Südseite gesehen, das Bild eines langen, bis 600 Meter hoch recht steil abfallenden Gebirgsrückens, während es, von der sächsischen Seite her betreten, ein fast ebenes, äußerst langsam ansteigendes Terrain bildet. Wenn wir nun zwei Ansichten dieses Gebirges finden, deren jede je eine Seite desselben darstellt, werden wir dann behaupten, daß es unmöglich derselbe Gegenstand sein könne, welcher in den beiden Bildern uns geboten wird? Gewiß nicht. Es ist ein und derselbe Gegenstand, aber dargestellt von verschiedenen Seiten, und etwa auch mit anderen Verschiedenheiten in der Technik der Ausführung 2c.

Aehnlich verhält es sich auch in unserem Fall. Der Standpunkt, von welchem der große Gesetzgeber des alten Bundes die Entstehung der Welt betrachtet, ist ein grundverschiedener von dem, welchen eine wissenschaftliche Behandlung derselben Ereignisse nothwendig einhalten muß. Eine rein wissenschaftliche Kosmogonie verfolgt nur das eine Ziel, auf analytischem Wege aus den späteren Zuständen der Welt auf frühere, aus diesen auf noch frühere u. s. f. zu schließen, und dann auf synthetischem Wege aus einem so begründeten Anfangszustand die Entwickelungen bis zu den gegenwärtigen Verhältnissen darzustellen, und zwar so, daß in allem nur die Causal-Verkettung nach physikalischen Gesetzen als maßgebend angenommen wird. Sie bewegt sich also ganz in der Betrachtung der Entwickelung des Stoffes, und kann aus sich selbst nicht einmal zu einer Entstehung oder Erschaffung der Welt aufsteigen, wenn sie nicht philosophische Betrachtungen zu Hilfe nimmt, welche den exacten Wissenschaften als solchen fremd sind. Eine rein wissenschaftlich sein sollende Kosmogonie redet deshalb auch gar nicht von einem Schöpfer; sie handelt nur von dem Getriebe der „causae secundae“, die „causa prima“ ist ihr so gut wie unbekannt.

Ganz im Gegentheil hiezu ist es für den Gesetzgeber des alten Testamentes bei seiner Schöpfungsgeschichte gerade die Hauptsache, daß das ganze Universum als das Werk eines mit freiem Willen wirkenden Schöpfers dargestellt werde. Für einen Schriftsteller, der nur einigermaßen die unendlichen Vollkommenheiten Gottes erkennt, wäre das schon ein sehr naturgemäßes Verfahren. Um so mehr

Digitized by Google

mußte ein heiliger Schriftsteller so verfahren, welcher mit Gott in einer viel innigeren Beziehung stand, von Ihm erleuchtet wurde, um Ihn vollkommener zu erkennen, und von Ihm zum Schreiben inspirirt wurde mit der Absicht, um die Erkenntniß und die Anbetung des einzig wahren Gottes bei den Israeliten als höchstes Gesetz aufzustellen. Und noch weit mehr wurde das zur Nothwendigkeit dadurch, daß alle anderen Völker, unter welchen das kleine Volk Israel leben mußte, gerade in diesem Haupt- und Kernpunkt der wahren Religion von der Wahrheit abgewichen und in unseligen Polytheismus verfallen waren. Das Beispiel so zahlreicher großer Völker, welche Sonne, Mond und Sterne als Gottheiten verehrten, konnte sehr leicht die Israeliten abwendig machen von der Verehrung des allein wahren Gottes. Und das fand auch noch wirklich statt, trotzdem in den heiligen Büchern so vielfach und nachdrücklich eingeschärft war, daß der Gott, welchen sie verehrten, der einzig wahre sei, und alle Himmelskörper und was in der Welt überhaupt sich vorfindet, nur Werke von Ihm seien. Wie wäre das nicht viel leichter geschehen, und vielleicht in einer Weise, welche jede Rückkehr unmöglich gemacht hätte, wenn jene erste und höchste Wahrheit nicht als die allerwichtigste Grundlage in den heiligen Büchern auf das nachdrücklichste wäre eingeschärft worden? Deshalb betont Moses vor allem dieses Eine, daß Gott der unumschränkte Herr über Alles ist, weil er eben Alles gemacht und aus Nichts ins Dasein gerufen hat. Deshalb verliert sich die heil. Schrift nicht in das Spiel der causae secundae, welches für den wissenschaftlichen Forscher gerade die Hauptsache, ja Alles ist. Das ist ihm vielmehr Nebensache, ja etwas gänzlich Unbedeutendes, nachdem ihm das Wichtigste und die Hauptsache als sehr gefährdet erscheinen mußte, und er es durch seine gesetzgeberische Thätigkeit gleichsam retten sollte.

Unter solchen Umständen war es kaum denkbar, daß Moses in anderer Weise hätte schreiben können, auch wenn er nicht blos in die Geheimnisse der ägyptischen Wissenschaften eingeweiht gewesen wäre, sondern auch alle kosmogonischen Vorgänge ebenso vollständig gekannt hätte, wie die hervorragendsten unserer modernen Naturforscher. Was hätte es ihm denn auch genützt, wenn er von dem unermeßlichen Urnebel, von großen Gasballen, von excentrischen Stößen, von Wärmeentwickelung durch Verdichtung, von der Erdkruste und deren Berstungen, von geologischen Schichten oder von Sonnen-Protuberanzen u. s. w., u. s. w. geredet hätte. Solche Darstellungen, in denen selbst

Digitized by Google

das Wort „Gott“ oder „Schöpfer“ nie vorkommt, sind gewiß nicht geeignet, den Geist auf Gott zu richten, wie es Moses vor allem beabsichtigen mußte. Im Gegentheil, die Israeliten hätten durch eine derartige Darstellung leicht zu dem Wahn geleitet werden können, daß diese Dinge allein das Wichtigste oder eben Alles seien. Wird denn das nicht auch einigermaßen noch von uns selbst empfunden, daß ein großer Wust von gelehrten Werken, in welchen von Gott nie die Rede ist, auch den Sinn des Lesers von Gott ablenkt und einzig auf die Geschöpfe richtet, obgleich wir doch in den Lehren des Christenthums erzogen und aufgewachsen sind und mitten unter gläubigen Christen wohnen? Wie hätte das nicht bei den Israeliten geschehen müssen, welche nach Moses eigenen Worten ein Volk von hartem Nacken und Herzen waren und ihre Geneigtheit, von Gott abzufallen, so unzählige Male bewiesen haben! Wahrlich, Moses hätte ein sehr thörichter Mann gewesen sein müssen, wenn er in solcher Weise seinen Bericht nach den Anschauungen moderner Gelehrten hätte modeln wollen.

Diese durchgreifende Verschiedenheit der Standpunkte wird aber noch verschärft dadurch, daß dieses Verhältniß der geschaffenen Natur zu dem Schöpfer und das Walten des unendlich erhabenen Geistes in der Schöpfung einer rein naturwissenschaftlichen Untersuchung nicht blos fremd ist, sondern daß sehr viele unserer modernen Gelehrten leider gerade dieses vor allem und am intensivsten perhorresciren. Es hat zu allen Zeiten Leute gegeben, welche praktisch „ohne Gott in der Welt“ lebten; aber in den neueren Zeiten wird das auch theoretisch als Norm und als die einzige berechtigte Lebensweisheit hingestellt. Die moderne Wissenschaft will in der Mehrzahl ihrer Vertreter von einem persönlichen Gott nichts wissen. Da ist es wohl nicht zu verwundern, wenn so vielfach behauptet worden ist, die Erzählung der Genesis stehe mit der Wissenschaft in gründlichem Widerspruch. Hätte Moses ganz dieselben kosmogonischen und geogonischen Vorgänge in derselben Reihenfolge hingestellt, aber nur mit dem Unterschied, daß es rein geschöpfliche Ereignisse und Formationen gewesen sein; oder hätte er den Schöpfer nicht in so sehr prägnanter Weise als den Herrn und höchsten Gesetzgeber der Menschen hingestellt, sondern etwa nur als den „großen Baumeister der Welt“, dessen ganze Aufgabe nur darin besteht, die Welt wohnlich herzustellen, der aber dann mit den Bewohnern derselben, nachdem diese einmal die Wohnung bezogen haben, keinerlei Beziehung

Digitized by Google

mehr hat, ihnen vielmehr ein ganz fremder Herr ist — um man könnte vermuthen, daß dann die Erzählung des Moses als ziemlich übereinstimmend mit den Lehren der Wissenschaft wäre befunden worden. Vielleicht hätte man sogar eine auffallende Uebereinstimmung der Berichte eines Mannes, der vor nahezu viertausend Jahren schrieb, mit den Ergebnissen der Wissenschaft bewundert. Jetzt aber ist es „etwas Anderes". Moses verfolgt mit Nachdruck sein eigentliches Ziel — da hat er es mit der „Wissenschaft" gründlich verdorben.

Doch wir haben ja in der oben auseinandergesetzten kosmogonischen Theorie den Fehler nicht begangen, daß wir aus lauter Wissenschaftlichkeit die Wahrheit selbst mißkannt und verleugnet hätten, und nicht vielmehr den Schöpfer als den allernothwendigsten Factor für die Entstehung der Welt erwähnt hätten. Indem wir einfache philosophische Erwägungen da zu Rathe zogen, wo die Mittel der „exacten Wissenschaft" ihrer Natur nach versagen mußten, gelangten wir eben zu dem Schluß, daß es ohne Schöpfer absolut nicht gehen könne. Unsere Theorie hat also in dieser Hinsicht keine Verschiedenheit mit der mosaischen Darstellung zu besorgen, vielmehr besteht in einem sehr wesentlichen Punkt eine vollkommene Uebereinstimmung. Allerdings ist dieser Theil der ganzen Theorie nicht auf dem Weg der exacten Wissenschaften gewonnen worden. Man mag denselben also allenfalls einen nicht wissenschaftlich bewiesenen nennen; aber „unwissenschaftlich" ist er deshalb noch nicht; ebenso wenig wie unzählige andere Wahrheiten, welche durch exacte Wissenschaften ihrer inneren Natur nach nicht bewiesen werden können, deshalb unwissenschaftlich sind. Unsere Theorie enthält eben das, was durch die Naturwissenschaften erreicht werden kann; und dann, wo die Wissenschaft schweigt und nicht mitreden kann, geht sie noch einen Schritt weiter in der Erklärung des Ursprunges aller Dinge. Eben dies thut auch Moses, doch mit dem Unterschied, daß für ihn gerade diese höhere Wahrheit die Hauptsache bei seiner Darstellung ist.

B. Ein zweiter Unterschied der Mosaischen Schöpfungsgeschichte von den meisten wissenschaftlichen Kosmogonien beruht darauf, daß diese die ersten Bildungsstadien des ganzen Universums, oder doch des ganzen Sonnensystems als den wichtigsten Theil ihres Gegenstandes betrachten. Gerade deshalb werden sie ja auch Kosmogonien genannt. Die Entwickelung der Erde wird da etwas kurz abgethan als Etwas von untergeordneter Wichtigkeit (und so ist es ja einigermaßen auch von uns geschehen); oder sie wird der Geologie

Digitized by Google

als ein untergeordneter Theil überlassen. — Für Moses dagegen ist die Darstellung der Vorgänge auf der Erde fast der einzige Gegenstand seines Berichtes. Was außer der Erde noch im Universum existirt, das geht ihn einfach nichts an, weil er zu einem rohen Volke redet, welches für solche Kenntnisse kein Verständniß, oder doch von denselben keinen Vortheil gehabt hätte. Nur einmal, am Anfang der Erzählung, wird das ganze Universum erwähnt mit den Worten „Im Anfang schuf Gott Himmel und Erde", und zwar eben nur unter dem einen alles beherrschenden Gesichtspunkt, daß absolut Alles, was ist, von Gott geschaffen worden ist. Wie aber dann des weitern, die Ausbildung der kosmischen Massen, vor sich gegangen sei, das wird nicht erwähnt, als nur mit den kurzen Worten, daß Gott auch Sonne, Mond und Sterne gemacht und als Zeitmesser für die Menschen an den Himmel gesetzt habe. Aber auch dies geschieht offenbar nur im Hinblick auf die Erde, und insofern diese Himmelskörper für die Bewohner der Erde von großer Wichtigkeit und Bedeutung sind. Man kann sonach in gewissem Sinne sagen, daß Moses eine durchaus geocentrische Auffassung der Welt befolge, indem ihm die Erde das einzig wichtige, und das Andere, der ganze Kosmos, gleichsam nur Zierrath sei. Will man das aber zu einem Vorwurf gegen ihn ausbauschen, und daraus folgern, daß Moses also ein Gegner des Kopernikanischen Systems sei, wie vielfach behauptet worden ist? Das wäre eine sonderbare Aufstellung. Moses befaßt sich gar nicht mit dieser kosmologischen Frage. Die Ausbildung der Himmelskörper, die Größe und Wichtigkeit, die sie in sich selbst haben, darüber will er gar nicht berichten. Er betrachtet nur die Vorgänge, welche für die Bewohner der Erde von Wichtigkeit sind. Insofern ist seine Theorie allerdings eine geocentrische. Ja, wenn man gerade will, könnte man sagen, sie stehe in einiger Hinsicht noch tiefer. Moses beschreibt nämlich einige der Vorgänge mit offenbarer Anlehnung an die Auffassungsweise seiner Zuhörer, d. h. weniger mit Rücksicht auf das, was sie in sich waren, als auf das, wie sie den Menschen erschienen waren, oder doch erschienen wären, wenn in jenen Zeiten Menschen existirt hätten. Und ganz das Gleiche gilt ja auch bekanntlich von der heil. Schrift überhaupt. Ist das ein Fehler? Will man daraus einen Vorwurf ableiten, daß also Moses eine falsche Ansicht von dem Ganzen gehabt habe? Das wäre sehr gefehlt; denn auch wir entnehmen oft unsere Redeweise nicht dem wahren Verhalten der Dinge, sondern dem Schein, indem wir z. B. sagen, die Sonne

Digitized by Google

gehe auf oder unter, die Sterne, Planeten oder Kometen gehen durch den Meridian, die Sonne und der Mond wandeln unter den Sternen voran, die Planeten sogar bisweilen rückwärts, obgleich nichts von alledem wahr ist. Und diese Ausdrucksweisen gebrauchen auch die gelehrtesten Astronomen, und zwar in Mittheilungen, welche nicht für ungebildete „Laien" bestimmt sind, sondern für andere Gelehrte. In ihren wichtigsten und gelehrtesten Werken sogar wird jahraus jahrein nicht die Bewegung der Erde um die Sonne, sondern die Bewegung der Sonne um die Erde berechnet, und die Resultate in den astronomischen Jahrbüchern publizirt. Also sind wohl unsere großen Astronomen der Neuzeit, alle ohne Ausnahme, Gegner des kopernikanischen Systems?! Wie hätte Moses vor fast 4000 Jahren einem in wissenschaftlichen Dingen vollkommen unwissenden Volke in anderer höherer Weise reden können, als indem er seine Ausdrucksweise in mancher Hinsicht den Anschauungsweisen desselben anpaßte?

C. Noch ein Grund endlich von scheinbaren Widersprüchen kann in einer gewissen speciellen Absicht des heil. Schriftstellers gefunden werden. Weil ihm als religiösem Gesetzgeber sehr viel daran gelegen sein mußte, daß sein Volk einen Tag in der Woche, den Sabbath, weltlichen Geschäften und Arbeiten entziehe und der Betrachtung höherer religiöser Wahrheiten zuwende, wollte er dieses Fundamental-Gesetz der Religion auf einen höheren Grund stützen, nämlich auf das Beispiel, welches Gott selbst in der Schöpfung der Welt gegeben hatte. Deshalb theilt er seinen Stoff so ein, daß die Geschichte der Schöpfung eine starke Analogie mit der Woche zeigte, in welcher auf sechs Tage der Arbeit ein Tag der Ruhe folgen soll. Die ganze Entwickelung der Erde vollzieht sich deshalb nach der Erzählung des Moses in sechs Zeiträumen, auf welche ein siebenter Zeitraum der Ruhe folgte; und diese Zeiträume nennt er auch sogar „Tage", eben um die Beziehung des Ganzen zur Woche desto stärker hervortreten zu lassen. Will man Moses deshalb tadeln, weil er ein solches subjectives Moment als objectiven Eintheilungs-Grund seiner Erzählung habe gelten lassen, so wäre das wohl unbillig. Irgend eine Eintheilung mußte doch am Ende geschehen. Daß nun Moses gerade die Sieben-Zahl für die Abtheilungen aufstellte, das ist an sich ziemlich belanglos, da einige Willkür in solchen Eintheilungen doch nicht zu vermeiden ist. Man braucht nur unsere Werke über Universalgeschichte aufzuschlagen, um zu sehen, daß sowohl irgend eine Eintheilung der geschichtlichen Ereignisse nothwendig ist, als auch,

Digitized by Google

daß die specielle Art der Eintheilung oft sehr verschieden sein kann, ohne daß jedoch die Wahrheit der Darstellung dadurch im Geringsten beeinträchtigt würde. Und auch in unseren wissenschaftlichen Werken über Geologie, wieviel Willkür herrscht da in Bezug auf die Eintheilung der Vorgänge nach Epochen und Formationen! Weshalb wird z. B. in der gebräuchlichsten Eintheilung das Ganze gerade in vier Perioden getheilt und nicht in sechs oder acht? Weshalb wird die Grenze zwischen der paläozoischen und mesozoischen Periode gerade zwischen Zechstein und Sandstein gelegt? und weshalb wird das Eocän nicht mehr zur mesozoischen, sondern bereits zur känozoischen gerechnet? u. s. f. Die verschiedensten Eintheilungen können am Ende eine gute Begründung haben, ohne daß darum irgend eine von ihnen eigentlich falsch und der Wahrheit zuwider wäre. Ganz ähnlich verhält es sich auch mit der biblischen Schöpfungsgeschichte. Es hätte der Wahrheit der Erzählung — so scheint uns wenigstens — gar nichts geschadet, wenn beispielsweise statt des ersten Tages zwei wären gesetzt worden, der eine für die Erschaffung des Urstoffes, der zweite für die Hervorbringung des Lichtes. Ebenso hätte der dritte Tag getheilt werden können in einen Tag für die Trockenlegung der Continente und Inseln, und einen für die Hervorbringung des Pflanzenlebens. Auch hätte die Erschaffung der Seethiere einem Tag und die der Vögel einem anderen zugetheilt werden können; und ebenso konnte die Schöpfung der Landthiere von der des Menschen getrennt werden. Aber es lag kein Grund vor, daß es so hätte geschehen *müssen*. Deshalb bleibt Moses bei der Sieben-Theilung des Ganzen, ohne daß dadurch irgend ein Verstoß gegen die Wahrheit der Erzählung entstanden wäre.

Wir haben uns also unter den *Tagen* der biblischen Schöpfungsgeschichte nicht durchgehends solche Zeiträume zu denken, welche so scharf begrenzt wären, daß sie sich mit Nothwendigkeit hätten aufdrängen müssen als die Zeitmesser für jene Geschichte. Hätte in der That Moses die Absicht gehabt, die Eintheilung nach solchen Zeiträumen zu treffen, so hätte in der offenbar höchst langsam und stetig verlaufenden Entwickelung der Dinge nur der eine Umstand ein solches Unterscheidungs-Merkmal abgeben können, daß der Anfang jedes Tages durch ein *neues schöpferisches Eingreifen* der göttlichen Macht bezeichnet würde. Die Entwickelung der dadurch ins Dasein gerufenen neuen Schöpfung wäre dann das Werk dieses Tages gewesen. Allein so naheliegend und wohlbegründet ein solches Einthei-

Digitized by Google

lungs-Princip auch erscheinen konnte, Moses hat es wohl für einige Tage, aber gewiß nicht durchgehend und für alle Tage gelten lassen. Denn nachdem einmal die Erschaffung des Urstoffes „im Anfang" d. h. vor dem Sechstage-Werk geschehen war, konnte daraus die Entstehung des Lichtes (1. Tag), des Firmamentes (2. Tag), der Continente (3. Tag), und der Gestirne (4. Tag) ohne eigentlich schöpferisches Eingreifen, bloß durch das Walten der dem Stoff im Anfang mitgetheilten Kräfte stattfinden, wie das ja in unseren kosmogonischen Erörterungen auch wirklich dargethan ist. Anderseits werden am 5. und besonders am 6. Tag Vorgänge erzählt, welche ein mehr als einmaliges neues Eingreifen des Schöpfers mit Nothwendigkeit verlangen.

Scharf markirte Zeiteinheiten sind allerdings auch die natürlichen Tage von 24 Stunden. Allein daß solche unter der biblischen Bezeichnung „Tag" zu verstehen seien, daran kann wohl nicht mehr gedacht werden. In der Absicht des heil. Schriftstellers ist eine solche gezwungene Auffassungsweise gewiß nicht gelegen. Sie wäre also nur dann begründet, wenn die Worte des Textes einen solchen Sinn durchaus forderten, da in der That die geologischen Thatsachen zu stark dagegen sprechen. Allein dem ist auch nicht so, und die große Mehrzahl der Exegeten, und zwar auch solche, welche die dagegen sprechenden Gründe der Geologie vielleicht nicht gehörig zu würdigen verstehen, erklären entschieden, daß man die biblischen Schöpfungs-Tage als Zeiträume von nicht näher bestimmter Länge auffassen könne.

Nachdem also Moses nicht einen objectiv durchschlagenden Eintheilungs-Grund für seine Erzählung durchgehend als maßgebend befolgt, ist es leicht erklärlich, wenn hierin einige Verschiedenheiten mit den Darstellungen wissenschaftlicher Kosmogonien sich zeigen. Daß speciell die biblischen Schöpfungstage einen engen Parallelismus mit den geologischen Perioden aufweisen müßten, und daß der Mangel eines solchen Parallelismus ein Zeichen der Unwahrheit des mosaischen Berichtes sei, das erscheint nach dem Gesagten als völlig unbegründet. Die Tage des biblischen Berichtes sind im Ganzen genommen mit ziemlich weitgehender Freiheit als Eintheilungs-Momente des Berichtes angenommen worden. In der Eintheilung nach geologischen Perioden waltet aber gewiß nicht weniger eine weitgehende Willkür, wie wir bereits hinlänglich angedeutet haben. Wie könnte man also behaupten, daß in den beiderseits als Eintheilungsmomente

Digitized by Google

aufgestellten Zeiträumen nothwendig ein enger Parallelismus bestehen müsse?

Indeß haben die „Tage" des biblischen Berichtes doch mit den geologischen Perioden eine etwas auffallende Eigenschaft gemein, daß sie nämlich — in einem gewissen Sinn verstanden — überhaupt nicht einmal zeitlich scharf getrennt sind, sondern vielmehr in einander übergreifen können. Aehnlich wie nach dem Geständniß der Geologen beispielsweise in einem Welttheil noch die Jura- oder Kreide-Formation herrschen konnte, während in einem anderen bereits das Tertiär seit langem begonnen hatte, so konnte auch in der Schöpfungsgeschichte z. B. der 5. oder 6. Tag beginnen, bevor noch der 3. vollendet war. In der That, wenn man als das Werk dieser Tage die an ihnen entstehende neue Schöpfung und deren vollständige Entwickelung und Ausbildung ansieht, dann kann man nicht anders als so urtheilen. Will man aber eine solche Auffassung vermeiden und die Ansicht festhalten, daß z. B. der 5. Tag vollendet sein müsse, bevor der 6. anfing, dann darf man eben das Werk des 5. Tages nicht so auffassen, daß es die ganz vollendete Ausbildung jener Thierreiche mit allen Arten und Gattungen in sich begreife, sondern nur die Hervorbringung der ersten Arten und Gattungen durch den Schöpfer, und die Ausstattung derselben mit solchen Fähigkeiten und Trieben, durch welche im Laufe späterer Zeiten unter naturgemäßer Mitwirkung des Schöpfers jene großen Thierreiche nach dem Plane desselben sich entwickeln mußten. Wir erwähnen diese Eigenthümlichkeit der Schöpfungs-Tage, weil es scheint, daß einige sehr wohl christlich gesinnte Gelehrte hierin eine irrige Anschauung vertheidigen und sogar sehr weit gehende Folgerungen daraus ableiten. Dies ist um so auffallender, als schon der heil. Augustinus und nach ihm der heil. Thomas jene Tagewerke so aufgefaßt haben, daß an jenen Tagen Gott die Geschöpfe „originaliter vel causaliter" hervorbrachte. „Non ergo in tertia die productae sunt plantae in actu, sed causaliter tantum" (Summa theol. I. Q. 69. A. 2.); und „Alii dicunt pisces et aves quinta die esse productos in actu; Augustinus autem dicit quod . . . produxit pisces et aves potentialiter" (ib. Q. 71.).

Aber obgleich hienach die biblischen Schöpfungstage nicht in einem so strengen Sinn aufzufassen sind, wie es sonst bei den für eine Zeitmessung dienenden Einheiten der Fall ist, so ist doch festzuhalten, daß sie wirkliche Zeiträume sind, welche wenigstens im Allgemeinen

Digitized by Google

auf einanderfolgten, und zwar in derselben Reihenfolge, wie in der Genesis berichtet wird. Sie sind, — so scheint uns — entschieden im geschichtlichen Sinn aufzufassen, und nicht etwa blos als ideale Eintheilungs-Momente, unter denen die Ereignisse dargestellt werden sollten, ähnlich wie man etwa die Geschichte eines großen Mannes, z. B. Karl des Großen, darstellt unter verschiedenen Gesichtspunkten, indem man erzählt, was derselbe geleistet hat 1. als Krieger, 2. als Herrscher, 3. als Beförderer der Cultur, 4. als Verbreiter der wahren Religion u. s. w. Eine derartige Auffassung wäre der Erzählung der Genesis durchaus zuwider; denn die zeitliche Aufeinanderfolge ist so stark betont, daß sie daraus nicht hinweg interpretirt werden kann, ohne daß die Grundsätze der Exegese allen Halt und Sicherheit verlieren würden. Und zudem ist auch in dem ganzen Bericht nichts, was diese Auffassung als Eintheilungs-Rubriken rechtfertigen könnte. Im Gegentheil ist ja an den meisten Tagen nur ein Ereigniß verzeichnet, wie könnte man also darin eine Rubrik finden, unter welcher vieles Aehnliche aufgezählt würde. Und auch wenn zwei Vorgänge an einem Tag berichtet werden (wie am 3. 5. und 6. Tag), dann sind diese beiden so unähnlich unter sich, daß z. B. die Entstehung des pflanzlichen Lebens weit eher mit der Entstehung des thierischen Lebens hätte zusammengefaßt werden sollen als mit der Bildung der Festländer. Und die Erschaffung der Landthiere hätte weit besser zu dem Werk des fünften Tages gepaßt als zu der Erschaffung des Menschen.

Da nun also der mosaische Bericht als wirklich geschichtlich aufzufassen ist; und da auch die wissenschaftlichen Kosmogonien resp. Geogonien offenbar eine Geschichte der Urzeit sein sollen; so muß am Ende doch irgend eine Harmonie bestehen, so daß nicht nur in keinem Punkt ein wirklicher Widerspruch besteht, sondern auch die Theile der einen Erzählung im Großen und Ganzen parallel laufen mit denen der andern.

Eine solche Harmonie besteht nun aber auch im Allgemeinen. Denn gleichwie die biblische Erzählung zuerst die Erschaffung des Weltstoffes in ungeformtem Zustand berichtet, so wurde auch von uns [1]) die Nothwendigkeit der Hervorbringung durch den Schöpfer nachgewiesen. Dieser Urstoff war ohne alle bestimmte Gestaltung,

[1]) Vgl. Abschnitt I. Jahrg. 1885 S. 163.

Digitized by Google

und erst allmählich entwickelten sich daraus alle Sonnen mit ihren Planetensystemen, und so auch unsere Erde, welche ihrerseits wieder eine große nebelige Masse war ohne eigentliche Gestaltung und Gliederung. Erst sehr langsam bildete sich darin der glüh-flüssige Kern, und darüber lagerte eine überaus dichte hohe Atmosphäre, unter welcher dann allmählich das Urmeer entstand. Diese Vorgänge, welche von uns früher [1]) beschrieben und begründet wurden, werden von Moses übergangen als für seinen Zweck zu fern liegend; und er kommt sogleich auf das Endglied, indem er erzählt, daß ein Urmeer bestanden habe, über welchem Finsterniß gelagert war.

Auf die Finsterniß folgte die Entstehung des Lichtes (1. Tag). Und auch wir haben nachgewiesen, daß die gewaltige Atmosphäre, nachdem fast der ganze Gehalt an fremden Dämpfen und Wasser daraus niedergeschlagen war (eben um das Urmeer zu bilden), soweit durchscheinend werden mußte, daß das Licht der Sonne — wenn auch noch sehr geschwächt und verschwommen — durchdringen konnte, etwa in ähnlicher Weise wie es noch jetzt an sehr nebligen und ausnahmsweise dicht bedeckten Tagen geschieht.

Allmählich wurde der Gehalt der Atmosphäre an Wasserdämpfen so gering, daß nur noch eine Wolkendecke in mittleren Höhen übrig blieb, während sowohl darüber als auch darunter die Atmosphäre durchsichtig wurde. Die sichtbaren Wassermassen derselben waren somit geschieden von den Gewässern der Erde. Moses beschreibt dieses der Auffassung ungebildeter Menschen entsprechend. Da es nämlich bei diesen als sehr schwer erscheinen muß und nur als Wirkung einer großen Kraftentfaltung erklärbar, daß so gewaltige Massen Wassers hoch in den Lüften gehalten werden, so accommodirt sich Moses dieser Auffassungsweise (cf. B. p. 219), welche ja für seinen Zweck, Gottes Allmacht zu zeigen, sehr gut paßte, und beschreibt (2. Tag) die Entstehung des „Firmamentes", welches gleichsam als feste Stütze dienen sollte, durch welche die oberen Gewässer in die Höhe gehalten werden könnten.

Aus dem Urmeer erhoben sich nach unserer Darstellung Inseln und Continente (sup. p. 84). Derselbe Vorgang wird im mosaischen Bericht als das Werk des dritten Tages beschrieben.

Im weiteren Verlauf wurden die Dämpfe der Atmosphäre so stark vermindert, daß sie auch nicht mehr eine zusammenhangende

[1]) S. oben. Abschnitt II, III, IV, und Abschn. VI, S. 80–83.

Digitized by Google

Wolkendecke bildeten, sondern ein heiterer Himmel durchzuleuchten begann. Damit wurden dann zuerst die Himmelskörper, Sonne Mond und Sterne in ihrer wirklichen Gestalt und Stellung sichtbar. Dies beschreibt Moses (4. Tag) gemäß dem (oben B) angegebenen Standpunkt als Entstehung von Sonne Mond und Sterne, da sie in der That für lebende Wesen, welche von der Oberfläche der Erde aus Alles hätten beobachten können, und namentlich als genauere Zeitmesser erst damals auftraten.

Was dann noch weiter in der biblischen Erzählung berichtet wird, gehört eigentlich mehr in das Gebiet der Paläontologie als der Kosmogonie. Die Reihenfolge aber, in welcher die Vorgänge in der Genesis erwähnt werden, daß nämlich zuerst die Pflanzen, dann die niedriger organisirten Seethiere, die Vögel, die Landthiere und endlich der Mensch auf einander folgten, ist so sehr in der Natur der Dinge mit Nothwendigkeit begründet, daß darin ein ernstlicher Widerspruch mit den Ergebnissen wahrer Wissenschaft gar nicht zu fürchten ist.

Wir sehen also, daß im großen Ganzen sich eine vollkommen befriedigende Uebereinstimmung der mosaischen Schöpfungsgeschichte mit der wissenschaftlichen Kosmogonie zeigt, soweit es eben in Rücksicht auf die oben auseinandergesetzte Verschiedenheit der Standpunkte billigerweise erwartet werden kann. Wir haben dann nur noch auf einige Punkte im Einzelnen einzugehen, in Bezug auf welche der heil. Text entweder eine Schwierigkeit oder Unklarheit zu bieten scheint. Wir werden dies an der Hand dieses Textes selbst thun, indem wir ihn mit exegetischen oder sachlichen Bemerkungen erläutern, wodurch sowohl die sich darbietenden Schwierigkeiten beseitigt als auch unsere oben skizzirte Auffassung des biblischen Berichtes bekräftigt werden dürfte.

Im 1. Vers der Schöpfungsgeschichte ist unter „Himmel und Erde" jedenfalls die Gesammtheit des Weltalls zu verstehen, da es ja Moses eben darauf ankam zu zeigen, das Alles von Gott geschaffen sei. Das Wort „Himmel" ist also in einem viel weiteren Sinne zu nehmen als das am 2. Tag entstehende „Firmament" welches doch auch „Himmel" genannt wird (cf. V. 8.).

Die Finsterniß, welche V. 2. erwähnt wird, könnte eigentlich mehr als eine Parallele in den kosmogonischen Theorien finden. Denn offenbar war der Urstoff selbst, welcher das Universum ausfüllte, vollständig dunkel; und Licht entstand erst allmählich, als die

Digitized by Google

sich verdichtenden Nebelbälle anfingen, ihr erstes phosphorescirendes Licht zu entwickeln, welches dann sehr langsam in die helle Strahlung so vieler Millionen Sonnen überging. Für die Erde speziell ward es Licht durch die Strahlung unserer Sonne. Allein es ward auf der Erde ein zweites Mal finster, nachdem auch sie selbst ihren muthmaßlich bestandenen geringen Glanz als kleine Sonne verloren, und die darüber gelagerten Schichten von Metall- und Wasser-Dämpfen durch die fortgesetzte Abkühlung in undurchsichtige Nebelmassen sich umgewandelt hatten (cf. sup. p. 81). Eine solche mindestens 100 Meilen hohe Schichte der dichtesten Wolkenmassen mußte nothwendig alles eindringende Licht bis auf den letzten Schimmer gänzlich absorbiren, und vollständige Finsterniß unter sich erzeugen. Für Moses hatte offenbar nur diese zweite Finsterniß Bedeutung, gemäß dem bereits (v. sup. B.) dargelegten Standpunkt.

In Vs. 3 und 4 wird die Entstehung des Lichtes sowohl als auch die Trennung des Lichtes von der Finsterniß der Thätigkeit Gottes selbst zugeschrieben, während doch diese Trennung eine ganz naturnothwendige Folge der einfachsten physikalischen Gesetze ist, und auch die Entstehung des Lichtes ebenfalls aus einer rein physikalischen Entwickelung des Weltstoffes mit Nothwendigkeit sich ergeben mußte. Ganz ähnlich geschieht es am 2. und 3. Tag, und an unzähligen andern Stellen der heil. Schrift. Aber diese höhere theosophische Auffassung der heil. Schrift ist eben der Erklärung durch die Wissenschaft durchaus nicht zuwider, wie wir bereits mehrfach angedeutet haben. Die Wissenschaft bleibt nämlich ihrer Natur nach bei den causae secundae stehen, und nimmt diese und die Existenz des Stoffes überhaupt einfach als ein nothwendig vorauszusetzendes Postulat an. Allein die causa prima, Gott, hat den Stoff mit allen seinen Kräften und Eigenschaften so geschaffen, daß die Wirkungen entstehen mußten, welche Er gemäß Seinem Schöpfungsplan realisiren wollte. Es hat also in der That wirklich Gott alles das gemacht, was wir durch die Naturkräfte hervorgebracht werden sehen — auch abgesehen von den Seelen der Menschen und Thiere, welche gar nicht anders als durch Schöpfung, und folglich durch Gott selbst zur Existenz gelangen können. Die Auffassung der heiligen Schrift ist also nicht im Widerspruch mit der rein wissenschaftlichen Auffassung; sie ist vielmehr nur vollständiger, tiefer und sonach auch richtiger. Und so ist auch die Weltanschauung, welche wir die Kinder lehren, nach welcher Gott Alles in der Natur hervorbringt, durchaus

Digitized by Google

nicht eine überspannt religiöse, welche vor den Strahlen der Wissenschaft in ihr Nichts zerrinnen müßte; sondern es ist die eigentlich wahre Auffassung; und die sogenannte wissenschaftliche Auffassung ist nur eine unvollkommene, einseitige, welche zudem gerade von der niedrigeren Seite die Natur und ihre Werke auffaßt.

In Vs. 5 wird das Licht mit dem Namen „Tag" belegt. Da hier unter „Licht" nur das Licht der Sonne verstanden werden kann, so ist unter „Tag" offenbar ein natürlicher Tag gemeint, welcher durch die Umdrehung der Erde unter dem Einfluß der Sonne entsteht. Wenn nun in demselben Vers gesagt wird „Und es ward Abend und Morgen, der erste Tag", dann hat es vom Standpunkt des Exegeten allerdings eine nicht geringe Schwierigkeit, daß unter Tag an der zweiten Stelle nicht ebenfalls ein natürlicher Tag von 24 Stunden zu verstehen sei. Indeß der Standpunkt der grammatikalischen Exegese ist ja doch nicht der einzige maßgebende. Und auch exegetisch betrachtet ist die Schwierigkeit keine peremptorische. Denn so wird ja auch in unserem Text selbst, Vs. 7. gesagt, daß Gott das Firmament „Himmel" genannt habe; und dennoch müssen wir unter „Himmel" im Vs. 1. ganz gewiß etwas anderes verstehen als das Firmament, schon aus dem einfachen Grund, weil dieses erst am 2. Tag (Vs. 6.) hervorgebracht wird. Bei der Wort-Armuth der hebräischen Sprache und bei dem weitgehenden Gebrauch, den die Orientalen von Bildern und Analogien machen, ist es nicht zu wundern, daß verschiedene Dinge bisweilen mit demselben Wort bezeichnet werden können. Wie hier das Wort „Himmel" zweierlei sehr verschiedene Dinge bezeichnet, und wie beim Propheten Daniel unter „Woche" ein Zeitraum von sieben Jahren bezeichnet wird, ebenso kann auch das Wort „Tag" unter Umständen zur Bezeichnung eines längeren Zeitraumes dienen.

Aber die Phrase: „Und es ward Abend und Morgen, ein Tag" scheint doch darzuthun, daß hier nur natürliche Tage unter den Schöpfungstagen verstanden werden können? Auch diese Schwierigkeit ist nicht durchschlagend, selbst nicht vom einseitigen Standpunkt des Exegeten aus. Wollte man auf derartige Verstärkungs-Phrasen so viel Gewicht legen, dann müßte man ja z. B. in den Worten des Heilandes selbst: „Wie der Prophet Jonas . . . ., so wird auch der Sohn des Menschen im Schooß der Erde sein drei Tage und drei Nächte" (Matth. 12. 40.) nicht nur eine Schwierigkeit, sondern eine offenbare Unwahrheit finden. Solche Phrasen sind eben nur Verstär-

Digitized by Google

kungen des einfachen Wortes „Tag“, durch welche den Zuhörern oder Lesern der Begriff „Tag“ stärker eingeprägt und in unserem Fall eben dadurch die Analogie mit der Woche den Israeliten lebhafter eingeschärft werden sollte.

In der Entstehung der Pflanzen am 3. Tag sind einige Schwierigkeiten gefunden worden, welche die biblische Erzählung als eine der Wissenschaft widersprechende erscheinen lassen könnten. Denn 1. wird hier die Entstehung der Pflanzen vor die Erschaffung der Sonne gesetzt, während doch die Wissenschaft bewiesen zu haben scheint, daß ohne Sonnenlicht ein Gedeihen der Pflanzen unmöglich sei. Doch diese Schwierigkeit fällt weg, wenn — wie wir bereits gezeigt haben und noch weiter bekräftigen werden — als das Tagewerk des 4. Tages nicht die Entstehung, sondern das Erscheinen der Sonne in ihrer wahren Gestalt zu verstehen ist. — 2. Nach der heil. Schrift sollen die Pflanzen am 3. Tag, die Thiere erst am 5. Tag entstanden sein. Nun soll aber aus den versteinerten Resten wissenschaftlich erwiesen sein, daß das Pflanzenreich gleichzeitig mit dem Thierreich entstanden sei. Doch es ist leicht dagegen zu erwidern, daß ein solcher Beweis von der Wissenschaft gar nicht erbracht werden kann, weil es einfach gegen die Natur der Dinge wäre, daß das Thierreich ins Leben getreten sein könne, ohne daß eine ziemlich ausgebreitete Pflanzenwelt bereits bestanden habe, indem letztere eine absolut nothwendige Bedingung für das Bestehen der Thiere ist. Ferner aber gibt die heil. Schrift gar nicht an, wie lange die Zwischenzeit zwischen dem 3. und 5. Tag gewesen sei. Wir könnten uns darunter einen kurzen Zeitraum von wenigen Jahren denken, ohne daß dem Text dadurch Gewalt angethan würde. Allein wenn es auch viele hunderttausend Jahre waren, so könnten ja recht wohl die geologischen Vorgänge in dieser Zwischenzeit in einem solchen Zustand der Ruhe verlaufen sein, daß die Pflanzen an der Erdoberfläche nach dem Absterben verwesten, ohne zu Petrefacten werden zu können. Die Wissenschaft ist somit gar nicht im Stande zu beweisen, daß die ältesten versteinerten Pflanzen, welche gleichzeitig mit versteinerten Thieren auftreten, auch die ältesten Pflanzen seien, welche überhaupt existirt haben.

In Vs. 14—18 wird die Entstehung von Sonne, Mond und Sterne berichtet. Wie diese Erzählung aufzufassen sei, ist bereits erwähnt worden. Allein auch diese Auffassung ist nicht ohne Schwierigkeiten. Abgesehen davon, daß sie etwas gekünstelt erscheint,

Digitized by Google

heißt es im Text selbst (Vs. 18): „Es machte also Gott zwei Lichter . . . und Er setzte sie an das Firmament.“ Es scheint somit, daß nicht das bloße Sichtbarmachen, sondern die Hervorbringung selbst als das Tagewerk des 4. Tages berichtet werden solle. — Doch so berechtigt auch diese exegetische Schwierigkeit sein mag, so kann man doch nicht behaupten, daß sie entscheidend sei. Der Text ist nämlich ganz gut auch mit der Annahme vereinbar, daß in der Auffassung des heil. Schriftstellers das Werk des 4. Tages in dem sichtbar Hervortretenlassen der Himmelskörper bestehe, und daß er dabei die frühere Hervorbringung derselben nur deshalb erwähnt habe, nicht weil sie an demselben Tag geschehen sei, sondern weil er sehr triftige Gründe hatte, von derselben nicht zu schweigen. Moses mußte, seinem dominirenden Zweck entsprechend, durchaus erwähnen, daß Sonne und Mond von Gott gemacht seien. Es fragt sich nur, wo er dies am geeignetsten erwähnen sollte, entweder am ersten Tag, als die Sonne in sich selbst zu leuchten begann, oder am vierten, als sie für die Bewohner der Erde (sofern solche existirten) zuerst sichtbar hervortrat. Moses hat sich für dies letztere entschieden, und hatte dazu auch wahrlich gute Gründe. Denn 1. wäre sonst die für sein Auditorium so nothwendige Klarheit und Einfachheit der Erzählung weit weniger gewahrt worden. 2. Wird so die Entstehung der Himmelskörper zwischen derjenigen der Pflanzen und Thiere erwähnt, so daß hierdurch bei den Israeliten der Eindruck verstärkt werden mußte, daß die Himmelskörper ganz so Geschöpfe seien wie alle anderen, und somit gar kein Grund für eine göttliche Verehrung derselben bestehe. Solche Rücksichten dürfen allerdings einen Schriftsteller nicht bestimmen, etwas Unwahres zu berichten; allein das geschieht auch hier nicht. Moses sagt nur, daß Gott die Himmelskörper geschaffen habe, und daß er sie als Leuchten an den Himmel gesetzt habe (d. h. sie da habe erscheinen lassen); aber er sagt nicht ausdrücklich, daß beides am gleichen Tage geschehen sei, und er hatte auch keinen Grund zu sagen, daß es an verschiedenen Tagen geschehen sei. Er sagt also nur, was wahr ist; nur einen Theil der Wahrheit verschweigt er. Und auch dazu hatte er hinreichende Gründe. Denn hätte er erwähnen wollen, daß die eigentliche Hervorbringung der Himmelskörper bereits früher geschehen war, dann hätte er den Israeliten berichten müssen, daß Gott die Sonne bereits am ersten Tag erschaffen habe, daß sie aber noch ganz unsichtbar geblieben sei. Moses hätte dann aber einen kleinen Commentar dazu schreiben müssen, da-

Digitized by Google

mit einem gänzlich ungebildeten Volk eine so unglaublich scheinende Behauptung als möglich erscheinen könnte. Mit der nothwendigen Klarheit und Kürze der Erzählung wäre das aber kaum vereinbar gewesen.

Noch einen Grund, den Bericht über den 4. Tag so abzufassen, wird Moses gehabt haben, durch welchen es nicht nur als gerechtfertigt erscheint, daß die Hervorbringung der Himmelskörper erst am 4. Tag erwähnt wird, sondern sogar — wenigstens in einem ganz annehmbaren Sinn — als *wahr*, daß sie an diesem Tag auch *hervorgebracht* seien. Betrachten wir doch einmal, da es sich ja hier um das Verhältniß zur Wissenschaft handelt, die Sache ganz wissenschaftlich vom Standpunkt unserer Kosmogonien. Nehmen wir auch an, Moses habe dieselbe genau gekannt, oder er habe Gelegenheit gehabt, sich mit Gelehrten zu berathschlagen, welche ganz auf der Höhe unserer heutigen Wissenschaft gestanden wären. Hätte er dann wohl anders schreiben müssen, als er gethan hat? Mit Nichten; denn gerade die Wissenschaft lehrt uns ja, daß eine Sonne nicht so auf einmal aufleuchtet — etwa wie eine Petroleum-Blitzlampe, wenn nur ein Zündhölzchen daran gebracht wird. Der Proceß, dessen Resultat eine Sonne ist, ist ein äußerst langsamer, wie wir oben mehrfach zur Genüge hervorgehoben haben. Es entsteht also nothwendig die Frage, was man eigentlich unter der *Entstehung einer Sonne* zu verstehen habe, ob die erste Entstehung des Sonnenstoffes? oder das phosphorescirende Leuchten (cf. sup. 29) eines immensen Nebelballes? oder das stärkere Leuchten einer noch sehr großen Scheibe mit schwachem Glühen? oder endlich das Erstrahlen der auf geringes Volum verdichteten Masse in hellster Weißgluth. Offenbar ist dies letztere das, was auch vom Standpunkt der Wissenschaft am meisten berechtigt ist, wie wir auch in unserer Darstellung (ibid. p. 30) bereits betont haben. Nun gingen aber doch diesem letzten Stadium noch mehrere andere voraus, nämlich ein *mäßiges Weißglühen*, das Gelbglühen, das Hellrothglühen, das „Kirschroth"glühen, das Dunkelrothglühen 2c. Ohne Zweifel hat jedes dieser Stadien bei der Sonne viele Jahrmillionen angehalten und es ist nicht nur möglich, sondern nahezu gewiß, daß diese Stadien der Sonnenentwickelung parallel gingen mit den ersten Stadien der Ausbildung unseres Erdballes, wie wir das bereits früher andeuteteten (cf. sup. p. 101, 102, und p. 184, 184.) Ist dem aber so, dann

Digitized by Google

ist es nicht nur entschuldigbar, sondern vollkommen richtig zu sagen, daß bereits am ersten Schöpfungstage das Licht der Sonne bestand, daß aber die Sonne selbst noch nicht (fertig) existirte. Und diese Behauptung, welche mit einem gewissen Hohn aufgenommen und als ein verzweifeltes widersinniges Ausflucht smittel angesehen werden möchte, wenn sie aus dem Munde eines Exegeten kommt, sie ist vollkommen berechtigt und dem wahren Sachverhalt entsprechend. Am ersten Tage wird die Sonne nur eine dunkelrothglühende Masse von noch unförmlicher Ausdehnung gewesen sein (cf. sup. p. 30 und 102) und durch die verschiedenen Zwischenstufen gehend erreichte sie erst am vierten Tag den höchsten Grad des Weißglühens. (cf. ibid.)

Wenn wir also auch annehmen wollten, daß Moses das alles gewußt hätte, hätte er es dann vielleicht in irgend einer Weise in seinem Bericht erwähnen, oder den ganzen Bericht danach anders gestalten müssen? Nein, und abermals Nein. Denn er hätte ja dann, um doch in einer dem Volk verständlichen Weise zu reden, zu den Israeliten sagen müssen, daß Gott eigentlich schon am 1. Tag an der Sonne gearbeitet habe, daß er aber nicht damit habe fertig werden können; ja auch am 2. und 3. Tage sei er noch nicht damit zu Stande gekommen; erst am 4. sei es ihm gelungen, diese große Leuchte fertig zu stellen. Aber hätte Moses nicht blödsinnig gewesen sein müssen, wenn er in solcher Weise hätte berichten wollen? Und wer möchte an ihn die Forderung stellen, daß er so hätte schreiben müssen, weil andernfalls sein Bericht als der „Wissenschaft" nicht entsprechend verworfen werden müßte. Moses hat es aber vernünftiger gemacht. Die vorhergehenden Stadien verschweigt er, weil sie für seinen Zweck keine Wichtigkeit hatten; und erst das letzte Stadium, das Aufleuchten der Sonne im höchsten Weißglühlicht betrachtet er als eigentliche Fertigstellung der Sonne. Diese Auffassung hat eine hinreichende Berechtigung; und somit ist es auch nicht der Wahrheit zuwider, wenn diese Fertigstellung der Sonne als deren eigentliche Hervorbringung angesehen und zu dem Tagewerk des 4. Tages gerechnet wird.

In den weiteren Theilen des biblischen Berichtes vom 5. und 6. Tag findet sich, wie bereits erwähnt, keine besondere Schwierigkeit mehr, auf welche ein Vorwurf begründet werden könnte, als finde ein Widerspruch zwischen dieser Darstellung und den Ergebnissen der Wissenschaft statt. Was einige Bemerkung verdient, ist, daß auch hier der heil. Text gar keine Andeutung gibt über die bestimmte

Digitized by Google

Größe der Zeitintervalle, welche zwischen der Entstehung der einzelnen Thierreiche verliefen. Es könnten einige Jahre gewesen sein, möglicherweise aber auch mehrere Jahrmillionen, ohne daß dadurch der biblischen Erzählung irgend ein Zwang angethan würde. — Ferner ist auch hier die Sprechweise der heil. Erzählung sehr bemerkenswerth, welche schon im Obigen erwähnt wurde. Gott gibt dem Wasser (Vs. 20) die Kraft (nach der Auffassung des ungebildeten Volkes), die Seethiere hervorzubringen; und (Vs. 24) der Erde die Fähigkeit, die Landthiere hervorzubringen. Und doch heißt es unmittelbar danach: „Und Gott schuf die großen Fische . . ." und (Vs. 25) „Gott machte die Thiere des Landes . . .", wie es auch (K. II. Vs. 9) heißt: „Und Gott brachte aus der Erde hervor alle Bäume . . ." Daß also die Naturdinge von Gott hervorgebracht seien, und daß sie durch die Natur selbst entstanden seien, das sind zwei Auffassungsweisen, welche im Geist des heil. Schriftstellers gar nicht sich widersprechen, sondern vielmehr beinahe als gleichbedeutend gelten können, eben weil sie nur zwei Seiten einer höheren gründlicheren Auffassung sind.

Wir sehen also, daß die biblische Schöpfungsgeschichte, in einer ganz naturgemäßen Weise aufgefaßt, nicht bloß nicht im Widerspruch mit den Ergebnissen der Naturwissenschaften steht, sondern vielmehr in einer solchen Harmonie, daß sie in Anbetracht des von der heil. Schrift verfolgten Zieles billigerweise nicht größer verlangt werden könnte.

Damit soll indeß nicht gesagt sein, daß die von uns vertretene Erklärung des heiligen Textes die einzig richtige sei, oder diejenige, welche allein eine Harmonie mit den Naturwissenschaften als möglich erscheinen lasse. Es könnte recht wohl in einzelnen Punkten eine andere Erklärung noch besser sein und vollkommener mit den Ergebnissen der Wissenschaft harmonieren. Sollte es sich aber im Gegentheil herausstellen, daß irgend eine Erklärung doch mit dieser in unheilbaren Widerspruch komme, dann wäre damit noch kein Widerspruch der Offenbarung mit der Wissenschaft erwiesen, sondern nur die Unhaltbarkeit dieser speziellen Erklärung des Textes dargethan.

Dies soviel besprochene erste Kapitel der Genesis ist sonach nicht im Stande, unsere wohlbegründete Ueberzeugung im geringsten zu erschüttern, nach welcher zwischen wahrer Wissenschaft und wirklicher Offenbarung nie ein Widerspruch bestehen kann.

Digitized by Google

X. Weitere kosmogonische Entwickelungen in der Zukunft.

Nachdem wir nun die hauptsächlichsten der Fragen, welche bei kosmogonischen Studien uns entgegentreten, in Betracht gezogen und auch einigermaßen allseitig untersucht haben, bleibt uns noch eine interessante Frage übrig, nämlich: Wie wird es denn wohl mit diesen Entwickelungen in Zukunft weiter gehen? Es steht ja unzweifelhaft fest, nicht bloß daß der gegenwärtige Zustand des Weltgebäudes aus früheren Zuständen sich herausgebildet hat, sondern auch, daß dieselben Kräfte, welche diese Entwickelung bewirkten, auch jetzt noch thätig sind. Die dadurch entstehenden Aenderungen scheinen uns äußerst gering und unmerklich; allein Aenderungen finden Statt, und wenn dieselben einmal viele Jahrtausende oder einige Jahrmillionen hindurch angedauert haben werden, dann könnte ja doch durch Summirung der Wirkungen eine sehr große und vielleicht radikale Aenderung des Gesammt-Aussehens herbeigeführt werden — ebenso wie ja auch in der Vergangenheit die großartigen Aenderungen nur durch die gewaltige Länge der Zeiträume so durchgreifend geworden sind. Kann uns nun wohl die Wissenschaft zuverlässige Andeutungen geben, wie in später Zukunft die Gestaltung des Weltall's und unserer Erde im Besonderen beschaffen sein wird?

Das ist offenbar eine sehr interessante Frage. Aber noch wichtiger ist die consequente Weiterführung derselben, nämlich: Wird es denn überhaupt mit diesen Weiter-Entwickelungen des Kosmos immer so fort gehen — ohne alles Ende? oder wird es einmal zu einem allgemeinen Stillstand dieser großen Maschinerie und aller darin jetzt waltenden Kräfte kommen? Diese Frage gehört eigentlich — wie früher einmal bemerkt wurde — weniger in die Kosmogonie, sondern sie würde vielmehr ein Kapitel der Kosmothanie, d. h. der Lehre vom eventuellen Ersterben des Weltall's ausmachen. Allein diese Wissenschaft besteht noch nicht; und anderseits steht doch diese wichtige Frage mit der Kosmogonie in dem innigsten Zusammenhang. Das ist Grund genug, um dieselbe etwas ernstlicher in Betracht zu ziehen.

Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir offenbar einen ähnlichen Weg einhalten wie bei der Frage nach dem Anfangs-Zustand des Universum's. Wie wir bei jener Untersuchung uns nur von dem Causal-Nexus bestimmen ließen, durch welchen nach physikalischen Gesetzen aus dem gegenwärtigen Zustand auf frühere durch

Digitized by Google

Rückwärtsschließen eine sichere Ansicht gewonnen werden konnte (cf. sup. p. 12.); so muß jetzt nach dem gleichen Princip durch Vorwärtsschließen der Zustand der späteren Zeitperioden einigermaßen bestimmt werden. Und ebenso wie dort die näherliegenden Schlüsse mit mehr Sicherheit durchgeführt werden konnten, so wird es auch hier sein; während die Schlüsse desto geringere Klarheit und Sicherheit haben werden, je weiter die Zukunft entfernt ist, auf welche sie sich beziehen.

Beginnen wir nun mit dem uns zunächst angehenden Theil des Kosmos, mit unserer Erde, so ist kein Zweifel, daß Alles, was auf derselben vor sich geht, vom kosmologischen und physikalischen Standpunkt aus noch durch sehr große Zeiträume hindurch ziemlich in der gleichen Weise weiter gehen könnte. Der Schöpfer hat das Menschengeschlecht in einer Periode von großer Stabilität ins Dasein gerufen. Und das ist deshalb der Fall, weil gegenwärtig das „Altern" der Erde ganz zusammenfällt mit dem Altern der Sonne selbst (cf. sup. p. 103, 104) und die Sonne ist doch ein gutes Stück langlebiger als ihre kleinen Familien-Angehörigen. Die Wohlthaten unseres Centralgestirnes gegen die Erde beschränken sich nicht darauf, daß diese durch die Sonne der bereits beginnenden Erstarrung entrissen wurde, sondern das auf der Erde neu geweckte Leben ist gleichsam identisch mit dem Leben (das Wort im weiteren Sinne genommen) der Sonne; und zwar nicht bloß in Bezug auf den Ursprung der belebenden Kraft, sondern auch in Betreff der Langathmigkeit und großen Dauer der weiteren Lebensentfaltung. Wäre die Erde nur auf sich selbst angewiesen, dann würde nicht bloß ihre mittlere Temperatur in ca. 20000 Jahren um 1° sinken (cf. sup. p. 183), sondern an der Oberfläche würde die Abkühlung so rasch erfolgen, daß wahrscheinlich in einem Jahrhundert alle Möglichkeit eines organischen Lebens auf derselben abgeschnitten wäre. So aber altert die Erde ohne Vergleich langsamer. Sie lebt gleichsam von einem fremden Leben, aber von einem besseren, vollkommeneren, als ihr eigenes sein könnte. Auch darin liegt ja ein Zug der Aehnlichkeit und eine typische Analogie des Lebens des Erdballes mit dem höheren Leben seiner Bewohner.

Daß aber das Leben der Sonne in der That noch eine sehr lange Zukunft haben wird, das folgt eben aus den so riesig angelegten Dimensionen derselben. Denn 1. ist die Temperatur der Sonne noch so hoch (cf. sup. p. 35, 93), daß die in der so großen

Digitized by Google

Masse enthaltene Wärmemenge hinreichen würde, den Bedarf noch auf fast eine halbe Million Jahre zu decken, auch wenn wir die früher gemachte Annahme beibehalten, daß diese Wärme nur noch ca. $^1/_{32}$ der gesammten Verdichtungswärme ausmache, und gar kein Ersatz für die ausgestrahlte Wärme stattfände. Allein 2. ein solcher Ersatz findet gegenwärtig noch so reichlich statt, daß die Temperatur der Sonne sehr wahrscheinlich noch gar nicht abnimmt, sondern im Gegentheil zunimmt. Sie ist offenbar noch nicht im Maximum ihrer Verdichtung angelangt, und zum größten Theil — vielleicht durchaus — noch in gasförmigem Zustand. Nun lehrt aber die mechanische Theorie der Wärme, daß eine große Gasmasse, welche unter solchen Verhältnissen sich zusammenzieht, nicht kälter wird, sondern stets noch an Temperatur zunimmt, obgleich sie sich in Folge des Wärmeverlustes durch Ausstrahlung zusammenzieht, und es scheinen möchte, daß sie deshalb sich abkühlen müsse. Nun wird allerdings gleichzeitig mit dieser Temperaturzunahme die ausstrahlende Oberfläche kleiner. Beide Umstände werden sich wahrscheinlich fast ausgleichen; und in Folge davon wird die Intensität der Strahlung nach Außen nur noch sehr wenig zunehmen (s. Anm.), dann für lange Zeiten constant bleiben, und darauf sehr langsam abnehmen, gemäß dem allgemeinen Gesetz der Größen in der Nähe ihres Maximal-Werthes.

Wie lange aber diese Zeiträume sein werden, das kann man einigermaßen annähernd berechnen. Die Dichte der Sonne ist nämlich gegenwärtig im Mittel etwa $= 1 \cdot 4$. Da sie aber — entsprechend dem, was früher über die Dichte der Planeten gesagt wurde (cf. sup. p. 74 und 117), — dereinst im festen Zustand etwa die Dichte $= 7$ haben wird, so kann also die Contraction noch fortgesetzt werden, bis sie nur noch $^1/_5$ von ihrem gegenwärtigen Volum einnehmen wird. Der Halbmesser wird dann nur noch $\sqrt[3]{1/5}$ des gegenwärtigen sein, oder $= 0 \cdot 5848\,\mathrm{R}$. Durch diese Verdichtung entsteht aber eine Wärme, welche nach der bekannten Formel (cf. sup. p. 32) zu der bis jetzt entwickelten gesammten Con-

Anm. — Wenn die Intensität der Wärmestrahlung proportional dem Quadrat der absoluten Temperatur wäre, dann müßte die Strahlung einigermaßen constant bleiben. Man nimmt aber gewöhnlich an, daß dieselbe in einem noch stärkeren Verhältniß mit der Temperatur zunimmt.

Digitized by Google

tractionswärme sich verhält wie $(\sqrt[3]{5} - 1) : 1$ oder wie $0 \cdot 71 : 1$. Da nun diese letztere Wärmemenge den gegenwärtigen Bedarf der Sonne für etwa 14 Jahrmillionen decken würde (cf. sup. p. 185), so folgt, daß die noch dazukommende Contractionswärme noch für 10 Millionen Jahre hinreichen würde. Wahrscheinlich wird also die Sonne noch etwa 6 bis 8 Jahrmillionen in angenähert gleicher Stärke wie jetzt strahlen; dann wird die Strahlung stufenweise abnehmen, um vielleicht erst in 100 Jahrmillionen in das Stadium zu gelangen, da sie ohne Ersatz sich abkühlen wird ähnlich einem heißen Stein.

Nun, sechs oder acht Jahrmillionen dürften ja wohl im Grund genügen auch für die weitestgehenden Ansprüche der Menschheit oder gar des einzelnen Individuums. Blicken wir nur einmal zurück auf die letzten zwei Jahrtausende. Wie viele große Ereignisse haben sich in diesem Zeitraume vollzogen! und wie viele Reiche sind in demselben entstanden und untergegangen! Keines derselben — ausgenommen das „Reich der Mitte" — hat den ganzen Zeitraum hindurch bestanden; und die annoch bestehenden leiden, wie es scheint, vielfach bereits an einem bedenklichen Marasmus senilis. Zudem aber wird das Leben der Menschen und der Reiche immer schnelllebiger, je weiter die Industrie sich entwickelt. Was würde sich Alles noch vollziehen, wenn noch 4000 eben so lange Zeiträume folgen sollten! Was würde aus der Weltgeschichte bis dahin geworden sein? Und würde sie bei der absoluten Unbewältigbarkeit des Stoffes von den Ereignissen unserer seitherigen Weltgeschichte viel mehr zu erzählen wissen, als wir beispielsweise von der Jugendgeschichte Tubalkain's wissen? Wahrscheinlich würden nur vereinzelte Petrefacten in einigen Naturalienkabineten noch Zeugniß ablegen, daß einmal, vor undenklichen Zeiten, Menschen gelebt haben, die sich einen ganz besonderen Grad von Aufklärung zugeschrieben hatten.

Doch nicht bloß für die socialen und politischen Entwickelungen der kurzlebigen Menschen würde der Rahmen jener noch ausstehenden Zeiträume mehr als ausreichend sein; auch für eine ausgiebige Weiterentwickelung geologischer Formationen wäre hinreichend Zeit geboten. Die Erosionen und Abschwemmungen werden ihren Fortgang nehmen und große Massen der Continente in das Meer schwemmen. Man hat ja auch sogar schon berechnet, daß, wenn die Flüsse fortfahren, mit dem gegenwärtigen Maaßstabe die Gebirge abzuschwem-

Digitized by Google

men, daß dann in etwa 7 bis 10 Jahrmillionen die ganze Masse aller Continente abgewaschen sein würde. Doch ist das gewiß nicht so aufzufassen, daß alsdann gar keine Continente mehr bestehen würden, und das ursprüngliche Urmeer wieder zur Geltung kommen und alle Stätten eines so blühenden Culturlebens überfluthen würde. Vielmehr würden in demselben Maaße, als Massen von den Continenten abgewaschen werden, in Folge des hydrostatischen Gleichgewichtes (cf. sup. p. 85) die Continente von unten wieder gehoben werden. Das geschieht jetzt schon in geringem Maße; und wahrscheinlich ist dies die Ursache, daß manche Küsten sich langsam mit erheben, während andere, dem äußerst langsam aber stetig fortschreitenden Sinken des Meeresbodens in Mitte der großen Ozeane folgend, säkuläre Senkungen mitmachen. Da also die großen Ozeane sich immer mehr vertiefen, so werden nothwendig die Continente an Areal immer mehr noch zunehmen; ihre äußeren Umrisse werden aber möglicher Weise sehr große Aenderungen erleiden. Auch werden nach langen Zeiträumen, wenn die Abkühlung tiefer in die Erde eindringt, wieder jene Zusammenschiebungen der Erdkruste erfolgen (cf. sup. p. 87, 88) welche neue und wahrscheinlich sehr große Gebirge zur Folge haben werden. Aber was wir gegenwärtig von den Continenten sehen, die ganze oberste Schicht bis zu ansehnlicher Tiefe, die wird nach einigen Jahrmillionen längst in die Ozeane abgeführt sein. Da nun auch viele Flüsse entweder sich ein neues Bett ausgewaschen haben werden, oder durch neu entstandene Gebirge in ein anderes Bett gedrängt sein werden, so würde die ganze Oberfläche derart ihr Aussehen geändert haben, daß es schwer sein würde, die alte Wohnstätte der Menschheit wieder zu erkennen.

Aber auch die Sterne am Himmelsgewölbe und ihre Constellationen, welche wir als „stellas fixas“ und als das „unveränderlichste in dieser Welt anzusehen gewohnt sind, werden in jenen Zeiträumen hinreichend Zeit haben, ihre Stellung, ja auch das ganze Aussehen des Sternhimmels gründlich zu ändern. Das ist keine bloße Muthmaßung, sondern steht wissenschaftlich ganz außer Frage. Wir wissen freilich nicht, ob z. B. die sogen. Fixsterne ihre kleinen „Eigenbewegungen“ stets in derselben Richtung und Geschwindigkeit fortsetzen werden; im Gegentheil, das ist vielmehr sehr unwahrscheinlich. Allein es ist gar kein Grund vorhanden für die Annahme, daß diese Geschwindigkeit abnehmen müsse; sie könnte vielmehr eben so gut noch zunehmen. Betrachten wir nun beispielsweise einige der Hauptsterne.

Digitized by Google

Wenn Sirius seine Bewegung beibehält, dann wird er in ca. 150 Jahrtausenden dem jetzigen Südpol sich bedeutend genähert haben. Danach wird er an einer ganz anderen Stelle des Himmels wieder in die nördlicheren Regionen kommen; nach $^1/_2$ Million Jahren wird er da stehen, wo wir jetzt Wega sehen; und nach einer weiteren halben Jahrmillion wieder an seinen jetzigen Ort zurückgekommen sein. — Ebenso würde Arctur nach 55 Jahrtausenden an die Stelle gelangt sein, wo jetzt Spica steht; nach 314 Jahrtausenden nahe dem jetzigen Platz von Fomalhaut; nach 445 Jahrtausenden sehr nahe der Stelle, wo jetzt Deneb im Schwan steht; und nach 585 Jahrtausenden wieder an seinen jetzigen Platz. — Pollux würde nach ca. 300 Jahrtausenden an der Stelle Aldebaran's, und nach 900 Jahrtausenden nahe der Stelle Fomalhaut's stehen, um nach ca. $2^1/_2$ Jahrmillionen wieder am gegenwärtigen Platz zu stehen. — Castor dagegen würde nach 840 Jahrtausenden nahe der jetzigen Stelle von Capella, und nach $2^1/_2$ Million Jahren mitten im Viereck des Pegasus stehen. — Aehnlich bewegen sich alle Sterne, die einen mehr, die anderen weniger. Niemand von uns würde sich dann noch am Himmel zurecht finden können, indem von allen Sternbildern alle Sterne in die entlegensten anderen Constellationen gewandert sein würden. Und wie complicirt würde dann schon die Bezeichnung eines Sternes werden. Arctur z. B. würde dann wohl einmal heißen müssen „α_1 Cygni, früher α_1 Aquarii, ci-devant α, Virginis, vormals α Bootis". Und wer möchte noch von Zwillingen reden, wenn Castor bei Capella, Pollux aber tief neben Fomalhaut stehen wird, vorausgesetzt, daß diese beiden an ihrem Platz geblieben wären.

Aber noch viel verwickelter wird dieses als unlösbares Wirrwar sich darstellende Durcheinander durch die Eigenbewegung der Sonne selbst. Dadurch allein müßte nach einigen Jahrmillionen der ganze Sternhimmel so gründlich umgeändert erscheinen, wie etwa eine thurmreiche Stadt vor einem gebirgigen Hintergrund ein ganz anderes Bild darbietet, jenachdem man sie von der Ostseite oder von der Südseite betrachtet. Diese Aenderung ist in der That eine sehr bedeutende, da die Bewegung des Sonnensystems eine so starke ist, daß wir in weniger als 5 Millionen Jahren in Regionen gekommen sein würden, wo die Sterne stehen, welche wir jetzt im Durchschnitt als Sterne 6ter Größe erblicken. Solche ganz unscheinbare Lichtpünktchen würden uns also dann als Sterne erster Größe erscheinen; und unsere jetzigen Sterne erster Größe würden zu kaum sichtbaren Sternchen geworden

Digitized by Google

sein. Dazu kommt aber auch noch die veränderliche Helligkeit der Sterne in sich selbst. Gar mancher Stern, der jetzt als Stern erster Größe funkelt, wird nach mehreren Jahrmillionen sehr an Stärke abgenommen haben; während manches Gebilde, welches jetzt im Zustande eines kaum sichtbaren planetarischen Nebels sich befindet, dann wie ein heller Stern leuchten wird. Dies alles wird gewiß einmal so kommen; und wenn wir von alledem noch nichts bemerken, so geschieht das nur deshalb, weil das Leben des Menschen, ja auch das von ganzen Reichen, zu jenen riesigen Zeiträumen sich verhält wie das Leben der Eintagsfliege gegen das eines hochbetagten Greises. Gleichwie es schnellbewegte Gegenstände gibt, z. B. ein dahineilendes Fuhrwerk, welche doch bei der Beleuchtung durch einen Blitz wie feststehend gesehen werden, oder wie ein fliegender Vogel, durch Moment-Aufnahmen erhascht, mit ruhig stehenden Flügeln erscheint; so ist auch der große Kosmos in starken Bewegungen begriffen, aber unser Leben ist im Verhältniß dazu so kurz, daß wir darin nur gleichsam soviel sehen, als während der Dauer eines elektrischen Funkens oder einer Moment-Aufnahme vor sich gehen kann. Und doch sind für jene gewaltigen Aenderungen nicht einmal Zeiträume von etlichen hundert Jahrmillionen erforderlich, sondern es genügen dafür die Zeiträume, während welcher nach physikalischen Verhältnissen vollkommen die Möglichkeit besteht, das noch Menschen auf der Erde leben könnten.

Wir haben also gar keinen Grund, uns einer gewissen Aengstlichkeit hinzugeben, als ob für unsere Zukunft in der physischen Ordnung der Dinge nicht hinreichend gesorgt wäre. Im Gegentheil, wie winzig klein und kurz ist unser Leben und Alles, was wir als langewährend anzusehen gewohnt sind, im Vergleich mit jenen Zeiträumen, für welche noch in Zukunft die physische Ordnung der Dinge durch des Schöpfers Anordnung gesichert erscheint! Es drängt sich aber hiebei unwillkürlich eine Bemerkung anderer Art auf. Nicht Mangel an Güte oder Weisheit des Schöpfers ist es, was wir zu fürchten haben, sondern die eigenen Verirrungen. Die Menschheit lebt ja in einer so unverständigen Weise, als ob auch die kurze Spanne Zeit, welche ihrem Leben zugewiesen ist, zu lange wäre. In einem unsinnigen „Kampf ums Dasein", ganz entsprechend einem thörichten sogenannten wissenschaftlichen System, sind sie bemüht, sich gegenseitig das Leben zu verkümmern, ganz als ob das gedeihliche Leben des Mitmenschen gleichbedeutend wäre mit dem Ruin des eigenen. Nicht der Schöpfer

Digitized by Google

mißgönnt den Menschen ein glückliches Leben; denn von Ihm heißt es „Diligis omnia quae sunt, et nihil odisti eorum quae fecisti (Du liebst Alles was ist, und hassest nichts von dem, was Du geschaffen hast. B. d. Weish. 11. 25), und „Gott hat den Tod nicht gemacht, und freut sich nicht beim Untergange der Lebenden, denn Er hat Alles geschaffen, damit es sei" (ib. 1.13). Aber der Abfall der Menschheit von der ewigen Ordnung, welche der Schöpfer gesetzt hat, und das Abweichen von den Normen des Geisteslebens, welche Er anbefohlen hat, das allein ist es, was es den Menschen unmöglich macht, auch nur die kurze Zeit des Lebens mit einiger Sicherheit und Ruhe zu genießen. Doch dies per parenthesin.

Allein wenn auch die erwähnten mehrere Jahrmillionen nach uns werden abgelaufen sein, dann allerdings wird auch die langlebige Sonne soweit ihren Vorrath von Lebenskraft verbraucht haben, daß sie nicht mehr im Stande sein wird, so viel Energie auf die Erde herabzustrahlen, daß diese vor allgemeiner Erstarrung bewahrt bleiben könnte. Dann wird für die Erde eine zweite „kosmogonische Eiszeit" (vergl. oben S. 101 . . .) beginnen, welche nicht wieder durch die wohlthuenden Strahlen eines Centralgestirnes wird aufgehoben werden können. Die Temperatur wird dann allmählich immer tiefer und tiefer sinken, so daß kein organisches Leben mehr gedeihen kann. Nicht blos große Länderstrecken werden dann hoch vergletschert werden, sondern alle großen und tiefen Ozeane werden in immense Steinbrüche des Mineral's „Eis" verwandelt werden. Nichts wird dann sich noch regen können, als das noch glühflüssige Magma im tiefen Inneren. Auch dieses wird allmählich und bis zu immer größeren Tiefen abgekühlt werden. Dadurch auf ein kleineres Volum gebracht, wird es gewaltige Einschrumpfungen der Erdkruste veranlassen, so daß neue Gebirge emporgepreßt werden (vergl. oben S. 87). Dieselben werden weit großartiger sein als unsere gegenwärtigen, und keine Regenströme werden ihre grotesken Gestalten abwaschen; aber kein Adler wird mehr auf ihnen seinen Horst aufschlagen, kein Tourist die großartige Natur bewundern können, sondern Alles wird durch die grimmigste Kälte vollständig ausgestorben sein.

Wie es der Erde ergehen wird, so muß es allen anderen Planeten ergehen, dem einen früher, dem anderen später. Mars wird, wie bereits angedeutet wurde (vergl. oben S. 108), trotz seines geringeren Alters, bereits unserer Erde etwas voraus sein. Dagegen werden Venus und Merkur in Folge der von der Sonne empfangenen

Digitized by Google

größeren Quantitäten von Wärme noch weiter von ihrem End-Zustand entfernt sein. Jupiter und Saturn aber werden in Folge des bei weitem größeren Vorrathes von innerer Wärme noch eine lange Zukunft vor sich haben. Vielleicht wird dann auch auf diesen der gütige Schöpfer ein organisches Leben und vernünftige Wesen ins Dasein rufen. Und da diese Himmelskörper durch eine sehr mächtige Atmosphäre vor zu starker Ausstrahlung geschützt sind, so wird solches Leben, trotz des dann bereits geschwächten Sonnenlichtes, viele Jahrmillionen Bestand haben können. Allein danach wird auch sie unausbleiblich dasselbe Schicksal treffen wie die Erde.

Die Sonne selbst wird nun wohl gewiß alle ihre kleinen Angehörigen bei weitem überleben; allein schließlich wird auch sie denselben Weg gehen müssen. Die unermeßlich hohe Temperatur, welche dort herrscht, wird einmal einer mäßigen Hitze weichen müssen; und dann wird unser Centralkörper eine neue Reihe von Entwickelungen beginnen, welche sehr ähnlich denen sein werden, die bei Betrachtung der geogonischen Vorgänge auf der Erde beschrieben worden sind (vergl. oben S. 81 . . . .). Die gewaltigen Massen von Metalldämpfen, welche dort im gasförmigen Zustande existiren, werden zu undurchsichtigen Nebeln werden, welche in größerer Tiefe einen weißglühenden glühflüssigen Kern umhüllen. Wahrscheinlich werden auch die enormen Mengen von Wasserstoff, welche wir nchweisen können, den erforderlichen Sauerstoff finden, (für dessen Existenz wir noch keinen positiven Beweis haben), um sich zu Wasserdämpfen zu vereinen, welche dann allmählich nach langem Kampf mit dem glühenden Kern ein Urmeer auf der Sonne bilden müssen. Der blendende Glanz der Sonne wird bei diesen Vorgängen zuerst einem durch die Dämpfe rothgefärbten Schimmer Platz machen, so daß die Sonne dann für ferne Beobachter ein rother Stern sein wird, wie wir deren jetzt schon sehr zahlreiche am Himmel finden. Später aber wird der Glanz ganz aufhören; und die Sonne wird ein großer dunkler Körper sein, wie deren die neuere Astronomie ebenfalls schon manche am Himmel nachgewiesen hat. Unter der enormen Wolkendecke werden dann wohl Continente und Gebirge entstehen, wie einstmals auf unserer Erde. Aber alles das vollzieht sich dort in lichtloser Finsterniß; und auch später, wenn die Wolkendecken sich zertheilt haben und die Dämpfe herabgefallen sein werden, wird dort kein helles Licht vom Himmel scheinen, als nur das flimmernde Licht von Fixsternen. Es wird auch dort eine Temperatur eintreten, welche für das Gedeihen eines

Digitized by Google

organischen Lebens geeignet ist. Vielleicht wird dann auf das Wort des Schöpfers eine Vegetation entstehen, später auch Thiere und vernünftige Geschöpfe; aber diese müßten mit ganz besonders empfindlichen Augen ausgerüstet sein, ähnlich unsern Nacht-Thieren. Ob das geschehen wird, darüber wissen wir nichts. Was die Wissenschaft sagen kann, ist 1. daß die Möglichkeit solcher Lebensentfaltung auch auf der Sonne vorhanden sein wird, und daß bei dem riesigen Vorrath innerer Wärme dieselbe auch Jahrmillionen lang anhalten können wird; 2. aber, daß auch dieses Leben, sollte es auch Hunderte von Jahrmillionen anhalten, schließlich in Folge der unausbleiblichen Abkühlung doch aufhören *muß*.

Was aber noch trostloser scheint, das ist, daß nicht nur unserem Planetensystem und unserer Sonne dieses Ende bevorsteht, sondern auch allen anderen Himmelskörpern. Alle die vielen Millionen von Fixsternen mit ihren Planetensystemen, welche zum großen Theil jetzt noch erst als Nebel existiren werden, alle ohne Ausnahme müssen doch einmal demselben Schicksal verfallen. Alle stehen ja unter den gleichen Existenzbedingungen, durch dieselben Kräfte geht nach denselben Gesetzen Alles vor sich wie hier. Also ist auch derselbe Verlauf, dasselbe Ende. Manche früher, manche später — vielleicht um Milliarden von Jahren — aber das Ende ist unausbleiblich dasselbe; und alle die schönen funkelnden Lichter des Himmels werden eines nach dem andern erlöschen und in dunkle Kugeln verwandelt werden, welche in einem lichtlosen Raume sich bewegen.

Es wird dann also in dem jetzt so licht- und lebensvollen Kosmos nichts mehr sich regen, als die *Rotations*bewegung der Himmelskörper um ihre Axen, und die *Umlaufs*bewegung derselben um ihre Centralkörper — ohne Licht und Wärme — eine todesstarre Maschinerie. —

Ob dann nun wenigstens diese Bewegungen ohne alles Ende fortgehen werden? — Die Wissenschaft kann darüber nichts sagen. Man könnte aber selbst daran zweifeln. Denn abgesehen davon, daß der Schöpfer dem Weltall, nachdem es seinen Zweck erfüllt hat, seine erhaltende Mitwirkung entziehen könnte, wodurch es eo ipso in Nichts zurückkehren würde; ist ja auch die Kraft, welche jenen Bewegungen zu Grunde liegt — die Gravitation — ihrem Wesen nach uns gänzlich unverständlich. Wenn dieselbe, wie man vermuthet, auf den Stößen der Aetheratome beruht, dann könnte, ja müßte einmal eine Zeit kommen, wo alle diese Atome in dem unbegrenzten Raume außer der Welt sich verloren haben würden. Dann müßte consequent alle

Digitized by Google

Anziehung der Körper und Körpertheile unter sich aufhören, und alle Körper würden der Fliehkraft folgend ins Unbegrenzte auseinander fliegen, und auch in sich selbst in Folge der Rotation in den feinsten Staub sich auflösen.

Ist das Träumerei? Das Letztere mag man als eine unsichere Möglichkeit bezeichnen. Aber daß von Allem, was in der Welt lebt und sich bewegt, Nichts übrig bleiben kann, als höchstens jene zwei Arten von Bewegung bei vollkommener Ausgleichung aller Temperaturunterschiede und folglich unter grimmiger Kälte, das ist — sofern die uns bekannten Gesetze der Natur allein maßgebend sind — ganz unausbleiblich, und wird auch von allen wirklichen Kennern dieser Gesetze anerkannt. Die Naturgesetze haben eben aus sich mit nichten eine specifische Tendenz zur Förderung des Lebens; sondern sie wirken nur so lange belebend, als ein Fonds von lebenerhaltender Energie da ist, welcher durch sie uns vermittelt wird. Wenn aber diese erschöpft ist, dann können sie uns nichts vermitteln als eben den Mangel an lebensfördernder Kraft, und dann sind sie eo ipso nicht gedeihlich für unser Dasein, sondern sie führen im Gegentheil das Ende herbei.

Das ist nun eine recht triste Prognose, welche dem Kosmos gestellt werden muß. Wir sind sonst gewohnt, von der Wissenschaft nur solche Resultate zu erhalten, welche lichtvoll, schön und erfreulich sind. Nun aber hier kann sie uns nichts sagen als: Alles, was zum Leben dieses sichtbaren Kosmos gehört, m u ß einmal ein Ende haben. Freilich ist ja für unseren Bedarf, und auch für den von unzähligen Generationen nach uns, in einer mehr als ausgiebigen Weise gesorgt. Auch ist eigentlich nicht recht abzusehen, weshalb wir eine so zähe Anhänglichkeit dieser roh-materiellen Welt widmen sollten, nachdem sie doch in späteren Zeiträumen in eine gänzlich verschiedene und andere umgewandelt sein wird, in welcher weder von uns, noch von unseren Angehörigen, noch von unseren Arbeiten die geringste Spur oder das geringste Andenken vorhanden sein wird. Es ist ja wohl in der menschlichen Natur begründet, daß man Allem, was eine berechtigte Existenz hat, eine gewisse Sympathie zuwendet; allein hierin geht man in Bezug auf die gegenwärtige Frage wohl zu weit. Es gibt manche Schriftsteller, welche meinen, die erwähnte durch die Wissenschaft erhärtete Wahrheit absolut nicht gelten lassen zu dürfen. Sie kämpfen dagegen wie pro aris et focis, und scheinen sich für die berufenen Aerzte zu halten, welche diesem Universum eine bessere

Digitized by Google

Prognose stellen sollen. Und was das merkwürdigste ist, während man sonst immer auf „die Wissenschaft" sich beruft — und sehr oft vollkommen ohne Recht — wenn es sich um einen vermeintlichen Gegensatz zur Offenbarung handelt, so glaubt man (z. B. Herr v. Prel) hier, ohne Bedenken behaupten zu dürfen, daß die Männer der Wissenschaft sich da geirrt oder etwas übersehen haben müssen. Daraus kann man schon ersehen, daß es nicht hervorragende Kenner der Natur sind, welche so reden, sondern solche, die in anderen Zweigen des Wissens tüchtig sein werden, nicht aber in denen, welche hier maßgebend sind. Auch werden keine wissenschaftlichen Gründe ins Gefecht gebracht, sondern nur subjective Ansichten, welche aber mit einigen wissenschaftlichen Lehren vermengt werden, so daß es den Anschein gewinnen könnte, als sei es die lautere „Wissenschaft".

Diese Bemühungen scheinen etwas Krankhaftes an sich zu haben; und man könnte vermuthen, daß sie ihren Grund nicht in objectiven Wahrheiten haben, sondern vielmehr in gewissen subjectiven oder mystischen Bedürfnissen. Denn was zunächst eine solche krankhafte Anhänglichkeit an die stoffliche Welt veranlassen muß, das ist die roh-materialistische Weltanschauung so vieler gelehrter Herren, und das psychologische Bedürfniß, diese liebgewonnene Anschauung aufrecht zu erhalten. Dieselbe kennt eben nichts Anderes als den Stoff, und der ist ihr folglich das höchste, kostbarste, ja Alles. Daß eine geistige Substanz, welche fähig ist zu denken, ihren Schöpfer zu erkennen und zu loben, auch wenn sie nicht aus dem Zustand der Rohheit oder Kindheit heraus ausgebildet worden ist, und auch ganz abgesehen von ihrer Unsterblichkeit, einen weit höheren Werth hat, als dieses ganze große rein-stoffliche Weltgerüste, das vermag sie nicht zu fassen. Daraus ist ja dann ganz erklärlich, daß man sich an diese Körperwelt anklammert, und ihr ewiges Bestehen unbedingt aufrecht zu halten sich bemüht, da es am Ende tief in des Menschen Natur gelegen ist, gegen ein endgiltiges allgemeines „Nichts" zu reagiren. — Noch mehr aber beruht diese Geistesrichtung auf der Mißkennung des Schöpfers selbst. Wenn man einen solchen annehmen würde, und die erhabene Idee, welche die christliche Philosophie von Ihm gibt, auch nur von fern verstände, dann würde man leicht einsehen, daß das ganze Weltgebäude vor dessen Herrlichkeit wie Nichts ist — „wie ein Tropfen Morgenthaues", welcher bei Beginn des Tages verdunstet (B d. Weish. 11. 23. und Isai 40. 15 . . . .), und daß also mit dem Ersterben dieser Welt nicht das „All" untergehen würde,

Digitized by Google

sondern nur ein Geschöpf, welches zum eigentlichen „All" in einem ähnlichen Verhältniß steht wie etwa 1 : ∞.

Und wenn es sich da nur um theologische Meinungen handelte, welchen gegenüber auch die materialistische Weltanschauung einige Berechtigung hätte! Aber gerade hier findet sich ja ein neuer und zwar ein drastischer Beweis für deren Unhaltbarkeit. Denn wenn Alles einmal aufhört, dann ist ja das ein offenbarer Beweis dafür, daß die ganze Welt und das Leben, welches in ihr pulsirt, nicht etwas Nothwendig Seiendes oder gar das absolute Sein ist, weil ein solches von der Vollkommenheit, welche es einmal besitzt, nicht wieder zurücksinken könnte. Wenn aber keine innere Nothwendigkeit vorhanden war, durch welche die Welt existiren mußte, dann bleibt nichts Anderes übrig, als daß der hinreichende Grund für die Existenz der Welt und für ihre Ausbildung in einem andern Wesen gelegen sein mußte, welches mit ihr nicht identisch ist, sondern außer und über ihr steht. Also existirt ein höchstes Wesen, welches diese Welt geschaffen hat. Und zwar ist diese Wahrheit dann nicht mehr eine theologische oder philosophische These, sondern „die Wissenschaft" selbst führt direct zu derselben. Diese Schlußfolgerung liegt so nahe und ist so selbstredend, daß sie von jedem sogleich herausgefühlt wird, auch wenn sie nicht ausgesprochen wird. Und diese in der Sache liegende Philosophie könnte es möglicherweise sein, die bei manchen Gelehrten, welche von einer gewissen — aber nicht der rechten — „Gottesfurcht" erfüllt sind, ein gewisses Unbehagen veranlaßt, und sie dadurch antreibt, die Lehre von dem einmaligen Ende der Welt entschieden zu bekämpfen.

Unter Andern hat ein besonders großes Wort Herr v. Prel geführt, welcher seine Theorie unter dem Titel „Kampf um's Dasein am Himmel" als weltbeglückende Errungenschaft der besorgten Menschheit mitgetheilt hat. Nach ihm sollen die Sonnen, wenn sie ausgebrannt sind, wieder aus großen Fernen aufeinander stoßen, und durch diesen Stoß so viel Wärme erzeugen, daß der ganze Stoff, aus welchem sie bestehen, wieder in das allerdünnste Gas verflüchtigt wird; worauf dann die Neubildung einer jungen Welt aus diesem Nebelball von vorne angehen kann wie bei der vorausgegangenen. Die Theorie des Hr. v. Prel ist von P. Epping, S. J., in ihrem wahren Lichte dargestellt worden („Der Kreislauf im Kosmos" von J. Epping, S. J. Ergänzungsheft Nr. 18 zu den „Stimmen aus Maria Laach"). Dieselbe enthält ja — wie ziemlich jede Theorie —

Digitized by Google

Einiges, was zugegeben werden kann und muß. Daß die gewaltigen Massen der Himmelskörper nicht an einem ehrenen Gewölbe festsitzen oder mit eisernen Stangen unter sich fest verbunden sind das ist klar. Alles ist vielmehr in Bewegung, und deshalb können und werden auch Zusammenstöße von Himmelskörpern noch ferner stattfinden. Ebenso ist es gewiß, daß durch einen solchen Zusammenstoß eine höchst intensive Hitze entstehen muß. Allein daß diese hinreichend sein würde, um die ganze Masse wieder in den Zustand eines primären Gasballes zu versetzen, das ist entschieden nicht möglich; und das um so weniger, als es sich hier um bereits ausgebrannte Sonnen handelt, deren bereits verbrauchte Kraft ihnen ja eben durch den Stoß wieder ersetzt werden soll.

Nehmen wir beispielsweise an, daß zwei solche Sonnen von der Masse m und dem Halbmesser r zusammenstoßen, und sehen wir zunächst von der durch Erhitzung erfolgenden Ausdehnung ab, so wird die neue Sonne die Masse $M = 2m$, und den Halbmesser $R = \sqrt[3]{2}.r = 1{\cdot}26r$ haben; und ihr Potential (vergl. oben S. 32) wird sein $= \Pi = {}^3/_5 M^2 C : R$, während das Potential jeder einzelnen Sonne war $= \pi = {}^3/_5 m^2 C : r$, somit $\Pi = 3{\cdot}174.\pi$. Die Potentiale der beiden Sonnen sind nach Voraussetzung bereits in Wärme umgesetzt und ausgestrahlt. Folglich ist die ganze in der Masse M durch den Stoß entwickelte Energie $= E = 1{\cdot}174.\pi = 0.3695.\Pi$. Wollen wir nun finden, wie weit durch diese die Masse M ausgedehnt werden kann, so muß der neue Halbmesser offenbar der Gleichung genügen $0{\cdot}3695 . {}^3/_5 . M^2 C . \frac{1}{R} = \frac{3}{5} M^2 C \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x}\right)$, d. h. jene Energie muß gleich dem Ueberschuß des Potentiales der Kugel vom Halbmesser R über dasjenige der Kugel vom Halbmesser x sein. Hiernach findet sich $x = 1{\cdot}578.R = 2r$. Das heißt nun, die Masse würde aufgetrieben werden zu einer Kugel, welche nur einen doppelt so großen Durchmesser hätte, als jede der beiden ausgebrannten Sonnen. Da sind wir also noch sehr weit von der Entstehung eines kosmischen Nebelballes. Der gerühmte Prel'sche Prozeß also, welcher *ohne Ende* fortgehen und beständig die Welt erneuern sollte, ist schon bei seinem *ersten* Versuch als kläglich mißlungen anzusehen.

Aber auch, wenn *viele* ausgebrannte Sonnen zusammenfallen sollten, wird die Wirkung nicht eine wesentlich andere werden können. Machen wir z. B. die kaum denkbare Annahme, daß acht solcher Sonnen gleichzeitig oder doch in verhältnißmäßig kleinen Zwischenzeiten in einander stürzten, so würde das Gesammt-

Digitized by Google

Potential $= 32r$, und folglich die durch den Stoß erzeugte Energie $= E = 24r = {}^3/_4 H$ sein. Die neue Kugel würde folglich bis zu 4R oder 8r d. h. bis zum 8fachen Durchmesser von jeder der 8 einzelnen Sonnen aufgetrieben werden. Selbst wenn 100 Sonnen zusammenstießen von der Größe der unsrigen, würde der entstehende Ball nur einen Halbmesser $= 100r$ haben und folglich knapp die ganze Merkursbahn in sich fassen. Sollte in solch kleinem Raum eine neue Sternenwelt von 100 Sonnen mit ihren neuen Planetensystemen sich bilden? Und sollte das eine Neubildung, eine Wiedererstehung der früheren Sternenwelt sein?! — Selbst wenn sämmtliche ca. 20 Millionen Sterne des Himmels zusammenstürzten, würden sie noch nicht einen Nebelball hervorbringen können, der auch nur entfernt den Raum ausfüllen würde, aus welchem unsere Sonne allein ihre Masse bezogen hat. — Wir sehen also, daß der v. Prel'sche Aberglaube von der Wissenschaft vollständig umgestoßen wird. Hätte Hr. v. Prel ein bischen mehr solide „Wissenschaft" sich angeeignet, dann hätte er wohl die Haltlosigkeit seiner Phantasiegebilde erkannt, und mancher seiner Leser würde vor solchen Verirrungen bewahrt geblieben sein. — Die ganze Wirkung, welche aus dem Zusammenstoß von Sonnen entstehen kann, würde darin bestehen, daß ein großer Vorrath von Energie entwickelt würde, so daß die Sonne wieder auf weitere viele Jahrmillionen in kräftiger Weise ihren Dienst versehen könnte.

Dann aber ist ferner einleuchtend, daß es mit solchen Stößen nicht in Ewigkeit fortgehen kann, einfach „propter defectum materiae", weil die stoßenden Körper einmal ein Ende nehmen würden.

Der Verlust an Energie durch Ausstrahlung ist ein absoluter Verlust; und derselbe wird durch einen solchen Stoß nicht aufgehoben, sondern nur verdeckt, wie der Verlust in einer Kasse durch eine andere Kasse gedeckt werden kann. Es ist klar, daß dadurch der Verlust nur auf eine andere Kasse übertragen wird. Wenn es einmal eine solche hilfreiche Kasse nicht mehr gibt, d. h. wenn einmal alle Sterne erschöpft sind, oder in solchen Bahnen sich geordnet haben, daß ein Zusammenstoß nicht mehr möglich ist — etwa wie die Körper unsers Planetensystems oder in analoger Weise — dann ist jede Aussicht auf eine weitere Ausgleichung abgeschnitten, und unausbleiblich naht sich die schließliche absolute Erschöpfung.

Der ganze Vorrath von Energie in der Schöpfung ist eine endliche Größe. Von derselben geht ohne Unterbrechung fortwährend

Digitized by Google

ein sehr großer Theil durch Ausstrahlung verloren, ohne je wieder eingebracht werden zu können. Also muß der ganze Vorgang einmal ein Ende haben. Das hätte Hrn. v. Prel auch ohne „Wissenschaft" klar sein können.

Es drängt sich aber hierbei die Bemerkung auf, daß es doch eigentlich ein schlechter Trost ist, den Hr. v. Prel uns bietet. Die Erde oder die Sonne mit den Planeten, soll vor dem Tod durch Kälte gerettet werden durch einen furchtbaren Zusammenstoß, in Folge dessen Alles in Feuer aufgehen wird und auf Jahrmillionen in eine Hitze versetzt werden muß, gegen welche alle uns bekannten Hitzegrade wie ein sehr kühles Lüftchen erscheinen würden, so daß Alles in Dampf verwandelt, und anstatt eines schönen Himmelskörpers wieder ein ungestalteter chaotischer Gasball entstehen würde. Ja auch alle chemische Verbindungen müßten durch diese Hitze getrennt werden, so daß von der gegenwärtigen Welt nicht nur kein Stein auf dem andern, sondern nicht ein Atom am andern bleiben würde. Es wäre also eine Katastrophe, gegen welche Alles, was wir als Unglück und Schrecken bezeichnen, nur ein schwacher Schatten wäre. Und davon soll die Menschheit ihren Trost und Vortheil sich versprechen. Indeß der Trost soll wohl in der Hoffnung des neuen Lebens bestehen, welches nach vielen Jahrmillionen wieder erblühen wird. Aber woher weiß denn Hr. v. Preel, daß aus dem großen Chaos, welches aus einer allgemeinen höchst intensiven Durchglühung hervorging, und auch später wieder für Jahrmillionen der höchsten Weißgluth ausgesetzt sein wird, wieder neues Leben entstehen muß? Da die Macht des Schöpfers dafür nicht herbeigezogen wird, so soll er doch einmal die Naturgesetze angeben, nach welchen wieder reiches organisches Leben hervorblühen müßte. Nicht einen Schatten von Begründung dafür kann man in den uns bekannten Naturgesetzen finden; und dennoch hält man fest daran — natürlich im Namen der „Wissenschaft" — daß es so sein müsse. Man glaubt also an eine große Neugestaltung, an eine förmliche Auferstehung der Welt aus einem Stoff, der unendlich stärker zertheilt ist als jeder Staub und Asche, und zwar ohne dafür den geringsten Grund weder in den Naturgesetzen noch in der Macht eines Schöpfers zu finden. Der gläubige Christ glaubt auch an eine Auferstehung, und an eine neue zukünftige Welt; aber nur in Folge der Macht Gottes, der uns dafür seine Verheißung gegeben hat. Auf welcher Seite ist wohl da ein vernunftgemäßer Glaube? Aber es geht immer so. Wenn der Glaube an Gott und

Digitized by Google

seine Offenbarung bei Seite geschoben wird, dann wird man durch die eigenen Speculationen gezwungen, Behauptungen für wahr zu halten, welche bei weitem schwerer zu glauben sind, als Alles, was der geoffenbarte Glaube an Wahrheiten enthält, welche des Menschen Fassungskraft übersteigen.

Später als Hr. v. Prel tauchte eine andere Verjüngungstheorie auf von Mr. W. Siemens in England, welche gleichfalls recht wissenschaftlich gehalten und eingekeidet war, und auch — wie es scheint — vielen Anklang gefunden hat. Mr. Siemens will sich nicht damit begnügen, den durch Ausstrahlung bewirkten Verlust durch die Wirkung einer neuen Kraftquelle wieder auszugleichen; er wendet sich vielmehr direct gegen diesen Verlust, und glaubt einen Vorgang angeben zu können oder entdeckt zu haben, durch welchen der Verlust in sich selbst aufhört, irreparabel zu sein. Mr. Siemens denkt sich die Sache so: Der sogenannte leere Weltraum ist nicht leer, sondern voll sehr verdünnter Gase, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und deren Verbindungen, deren vereinte Dichte etwa $^1/_{1000}$ der Dichte unserer Atmosphäre gleichkommt. Durch den Einfluß der Sonne werden die dieser näher gelegenen Schichten dieser Gase in Rotation versetzt, eben dadurch in die Aequatorial-Zonen der Sonne geschoben und durch die Fliehkraft von ihr weggetrieben; während in den Polargegenden zum Ersatz neue Massen dieser Gase einströmen müssen, welche dann gleichfalls denselben Weg gehen. Der Vorgang wäre also, mechanisch betrachtet, ähnlich einem Centrifugal-Gebläse oder -Ventilator. Daneben gehen aber die thermischen Processe vor sich. Die Massen, welche um die Pole stetig zufließen, werden mit der Annäherung zur Sonne einem stets zunehmenden Druck ausgesetzt, und durch die Compression entsteht Hitze. An der Sonne selbst angelangt, schlagen sie dann in helle Flammen auf unter einer Temperatur, welche etwa der Dissociationstemperatur dieser Gase entspricht; und eben dieser Vorgang gibt dann die Nahrung für den Strahlungs-Proceß der Sonne ab. Es entstehen dabei die Verbindungen: Wassergas, Kohlensäure, Kohlenoxydgas 2c. Diese Verbrennungs-Producte werden nun von der Sonne wieder abgeschleudert und in den Himmelsraum getrieben. Dabei erleiden sie eine sehr hohe Verdünnung; und in diesem Zustand haben die Sonnenstrahlen das Vermögen, die zusammengesetzten Gase durch Dissociation wieder zu trennen. Sie kommen dann von neuem wieder zu den Polargegenden der Sonne, und so erneuert sich der Proceß beständig.

Digitized by Google

Hiernach ist also die von der Sonne ausgestrahlte Energie nicht verloren, sondern sie wird von jenen Gasen aufgefangen, und dazu verwendet, um dieselben wieder in die Elemente zu trennen. So geht also die Energie der Strahlung auf diese über, und wird durch dieselben wieder zur Sonne zurückgebracht. — Eine Bestätigung seiner Theorie sieht Mr. Siemens in dem Zodiakal-Licht, welches nichts anderes sein soll, als eben jene immense Scheibe von Stoffen, welche von der Sonne ausgeworfen werden und durch mitgerissene Staubpartikelchen sichtbar gemacht werden.

Das ist nun doch eine sehr schön ausgedachte Theorie. Wir können ja nun wohl mit Beruhigung der Zukunft entgegensehen. Ungezählte Jahrmillionen werden der Sonne und somit unserer Erde noch bevorstehen; und vor allem, um dieselben zu genießen, wird es nie nothwendig sein, eine so schreckliche Radical-Kur durch Feuer und allgemeine Zerstörung zu machen. Nicht nur Stein auf Stein kann bleiben, sondern so Vieles, was jetzt ein liebes Dasein fristet, vor allem das blühende Industrieleben, kann in jene fernen Perioden hinübergerettet werden. — —

Doch leider, bei näherer Betrachtung zerrinnt der schöne Traum. Ja man könnte sagen, derselbe biete so viele schwache Seiten, daß man kaum einen haltbaren Theil der Theorie finden könne. Beginnen wir mit einer Untersuchung der dem Ganzen als treibende Kraft zu Grunde liegenden Energie. Die von der Sonne ausgestrahlte Energie beträgt, wie früher gezeigt wurde (vergl. oben S. 184. NB. dort muß es heißen Quatrillionen) jährlich 4·360000 Quatrillionen W. E., wenn Langley's Constante zu Grunde gelegt wird. Und zwar ist dieser Werth abgeleitet aus der Intensität der Sonnenstrahlung, welche effectiv auf die Erde gelangt. In Wirklichkeit müßte die Sonnenstrahlung an sich nach dieser Theorie noch bei weitem stärker sein, weil ja auf dem Weg bis zur Erde ein großer Theil der Strahlungs-Energie bereits von den Gasen aufgefangen und absobirt wäre. Doch wir können hievon auch absehen. Diese Wärme muß nun nach Siemens durch Verbrennung von Wasserstoff und Kohlenstoff aufgebracht werden. Nehmen wir den stärker wirkenden Wasserstoff in Betracht, so ist bekannt, daß 2 Kilo Wasserstoff + 16 Kilo Sauerstoff 69000 Wärme-Einheiten liefern, somit 3833 W. E. auf jedes Kilo der Gasmischung. Um obige Wärme zu erzeugen, ist also erforderlich, daß 1137 Quatrillionen Kilo der Mischung zur Verwendung kommen. Nun beträgt die ganze Masse der Sonne

Digitized by Google

etwas weniges über 2 Quintillionen Kilo (2002540 Quatrillion, vgl. oben S. 32), was das 1760fache jener Masse ist. Jene Masse von Gasen soll nun auf Kosten der Rotations-Energie der Sonne von den Polar-Gegenden in die Aequatorial-Zonen und folglich von etwa 0 bis 300 Meter auf ca 2000 Meter Geschwindigkeit gebracht werden. Dafür muß eine Energie aufgewendet werden $= {}^1/_5\ \mu\ (2000^2 - 200^2)$, wenn μ die Masse der Gase bedeutet, und Kilo und Meter als Einheiten dienen. Nun beträgt die ganze Rotations-Energie der Sonne höchstens nur ${}^2/_5 \cdot {}^1/_2 M \cdot 2000^2$, wenn M die Masse der Sonne ist, vergl. oben S. 59) $= {}^1/_5 \cdot 1760\ \mu \cdot 2000^2$; und das ist nur das 711fache von jener jährlich zu verwendenden Energie. Daraus folgt, daß der Proceß mit der gegenwätigen Intensität bis zur vollständigen Erschöpfung im höchsten Fall nur ca. 700 Jahre anhalten könnte. Nicht wir also, sondern unser aller Urahn Adam hätte schon das Ende der Sonne erlebt! — O Verbesserer des Schöpfers, si tacuisses!

Hierbei ist aber noch stillschweigend vorausgesetzt worden, daß die Aequatorialgeschwindigkeit der Sonne (ca. 2000 Meter) hinreichend sei, um durch die Fliehkraft die Gase von der Sonne wegzuschleudern. Aber das ist gewiß sehr weit von der Wahrheit entfernt. Theoretisch wird dazu ein Geschwindigkeit $= 617000$ m erfordert; (vgl. S. 163). und daß der Auftrieb der Gase das Aufsteigen erleichtert, darauf kann man nicht viel rechnen, weil damit auch ein stärkerer Widerstand sich der Bewegnug entgegenstellen würde. Nun ist es aber ganz unmöglich, daß den Gasen von der Sonne eine größere Geschwindigkeit mitgetheilt werde als sie selbst besitzt. Und sollte das doch irgendwie geschehen können, so würde das ganze Spiel in einigen Jahren erschöpft sein.

Mr. Faye hat in der Pariser Akademie die Siemens'sche Theorie von einer andern Seite her bekämpft. Wenn im Weltraum wirklich Gase von der Dichte $= {}^1/_{2000}$ der Atmosphäre enthalten wären, dann würde die Erde (und ähnlich alle Planeten und Trabanten) darin einen Widerstand finden, welcher doppelt so groß ist als der, welchen eine Kanonenkugel in der Luft erleidet, und folglich müßte die Bahn der Erde sehr bedeutende Aenderungen erfahren. Mr. Faye führt den Einwurf nicht näher aus; aber erst dadurch gewinnt er überzeugende Kraft. Der Widerstand, welchen ein Körper in der Luft erleidet, wird von den englischen Ingenieuren $= q = 0.12 \cdot v^2 \cdot F$ berechnet, wo v die Geschwindigkeit, F die Fläche des Querschnittes ist, und Meter und Kilo die Einheiten sind. Für eine Kugel ist der

Digitized by Google

Widerstand kleiner als die Hälfte, und wenigstens $= 0.045 v^2 F$ zu setzen. Nennen wir nun r den mittleren Halbmesser der Erde $= 6^{1}366000$ Mtr.; D die Distanz der Sonne $=$ ca. 149600 Millionen Mtr.; und m die Masse der Erde $= 6^{1V}020000$ Trillionen Kilo, M die Masse der Sonne, so ist die Länge der Erdbahn $= 2 D\pi$, und folglich die durch den Widerstand in dem 2000fach dünneren Mittel verzehrte Bewegungs-Energie jährlich $= 0{\cdot}045 . v^2.F.2D\pi : 2000$. Nun ist aber die ganze actuelle Energie der Erde $= {}^1/_2 mv^2$; und folglich $2000.m v^2 : 0{\cdot}18 . v^2 FD\pi$ oder $2000.m : (0{\cdot}18.F.D.\pi)$ mal größer als jene. In Zahlen gibt daß 1116·7, d. h. die Bewegungs-Energie der Erde würde jährlich um ${}^1/_{1117}$ ihres Betrages abnehmen.

Was hieraus folgen würde, kann auch elementar berechnet werden; und da uns die Theorie noch für eine andere interessante Frage dienen kann, werde ich sie durchführen. Offenbar wird die Erdbahn eine Aenderung erleiden, so daß D in D_1, v in v_1 und die Centripetalkraft $\gamma = MC : D^2$ in $\gamma_1 = MC : D_1{}^2$ übergehen würde. Nun ist nach den Gesetzen der Centralbewegung $v^2 = D\gamma$ und somit $= MC : D$. Folglich ist die actuelle Energie zu Anfang $= {}^1/_2 mv^2 = mMC : 2D$. Bei dem Uebergang von D zu D_1 wird aber an Energie gewonnen $mMC \left(\frac{1}{D_1} - \frac{1}{D}\right)$ (vgl. S. 32 und 58); und am Ende ist ${}^1/_2 mv_1{}^2 = mMC : 2D_1$. Sonach muß die Gleichung $\frac{mMC}{2D}(1 - {}^1/_{1117}) + \frac{mMC}{DD_1}(D - D_1) = \frac{mMC}{2D_1}$ bestehen, oder $D_1 (1 - {}^1/_{1117}) + 2D - 2D_1 = D$, woraus folgt $D = (1 + {}^1/_{1117}) D_1$. Das heißt nun: der Halbmesser der Bahn wird um denselben Bruchtheil (${}^1/_{1117}$) kleiner als die Bewegungs-Energie verringert wird. Nach dem III. Keplerschen Gesetz wird aber dann die Umlaufszeit um $1^1{}_2 \times {}^1/_{1117}$ oder um ${}^1/_{745}$ des Ganzen kleiner, d. h. das Jahr würde um 11·77 Stunden kürzer werden. In weiterer Folge würden wir in ca 100 Jahren in der Sonne ankommen. Es ist nun aber sicher, daß das Jahr auch in 100 Jahren nicht um ${}^1/_2$ Secunde abgenommen hat. Folglich ist von der Siemens'schen Annahme auch nicht der $11{\cdot}77.3600 : {}^1/_{200}$ oder 8Million-ste Theil richtig.

Hierbei ist nun noch angenommen worden, daß der Widerstand einfach proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit sei. In Wahrheit aber hat man gefunden, daß bei sehr großen Geschwindigkeiten der Widerstand weit schneller zunimmt. Duchemin und Piobert haben dafür die Formel aufgestellt $q = 0{\cdot}029 (1 + 0{\cdot}0023 . v) v^2 . F$, anstatt

Digitized by Google

$0{\cdot}045.v^2.F$. Für die Geschwindigkeit $v = 29800$ Mtr. wird das etwa 44 mal größer als das obige Resultat. Die Abnahme des Jahres würde also enorm sein.

Wenn nun aber die Wirkung auf den festen Erdkern, der doch eine so immense Masse besitzt, so stark wäre, wie würde sich erst die Wirkung auf unsere Atmosphäre gestalten? In einigen Momenten wäre die ganze Atmosphäre wie weggeblasen; und anstatt ihrer hätten wir ein höchst verdünntes Gemisch aus Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd 2c., welches nicht nur zum Lebensunterhalt untauglich, sondern auch sehr feuergefährlich wäre, und zudem uns jeden Morgen mit einem entsetzlichen Sturm heimsuchen würde. — Es ist doch wirklich gut, daß es in der Welt nicht nach dem Siemens'schen Recept geht! —

Es kommt aber noch dazu, daß nach physikalischen Gesetzen die Gase, welche von der Sonne weggetrieben werden, durch die dabei nothwendig eintretende außerordentliche Verdünnung eine sehr intensive Kälte erzeugen müßten; ähnlich wie bei Eismaschinen durch eine weit geringere Verdünnung die Temperatur tief unter 0° herabgebracht wird. Und dieser kalte Gasstrom würde gerade in den Raum hinausgeblasen werden, welcher in der Verlängerung des Sonnenäquators liegt, somit ziemlich genau gerade da sich fühlbar machen, wo die Planeten sich befinden; während andere Regionen, in denen keine Planeten sind, davon verschont wären. Das wäre wohl eine denkbar schlechteste Einrichtung, daß wir von der Sonne mit einem solchen eiskalten Luftstrom übergossen würden, durch welchen die erwärmende Wirkung der Sonnenstrahlen vielleicht vollständig aufgehoben werden würde; und daß dagegen die wohlthuenden Strahlen gerade in unseren Gegenden für andere Zwecke verbraucht und absorbirt würden, während in den großen Himmelsräumen, in denen keine Planeten existiren, dieselben sehr viel weniger geschwächt durchgehen könnten.

Mr. Siemens hat — wie man berichtet —, wahrscheinlich um solchen und ähnlichen Einwendungen zu begegnen, angenommen, daß die ganze Gasmasse auch in großen Entfernungen von der Sonne nicht ruhe, sondern mit rotire. Allein damit läßt sich nichts gewinnen. Denn entweder wird die Rotation schwach angenommen, so daß die Gase viel langsamer sich bewegen als die Erde; und dann besteht die oben an vorletzter Stelle angeführte Schwierigkeit noch vollkommen in Kraft. Oder die Rotation wird so stark angenommen, daß die Gase in der Nähe der Erdbahn fast dieselbe Geschwindigkeit

Digitized by Google

haben wie die Erde; und dann ist es nach mechanischen Gesetzen ganz unmöglich, daß diese Gasmassen zur Sonne gelangen könnten — nicht einmal bis zur Merkursbahn würden sie sich der Sonne nähern können.

Nach der Siemens'schen Theorie würde ferner die Strahlung der Sonne die Wirkung eines einfachen Verbrennungs-Processes sein. Bei einem solchen kann nun die Temperatur nicht über die sogen. Dissociations-Temperatur hinausgehen, und diese ist in unserem Fall ca 2600° C. Nun haben wir aber früher gesehen (vergleiche oben S. 116, 118, 149) und auch Beweise dafür beigebracht, daß die Temperatur der Sonnenoberfläche unvergleichlich höher angenommen werden muß. Die Strahlung von Licht und Wärme, welche aus einer solchen leicht darstellbaren Verbrennung entsteht, wäre weit entfernt, eine so übermächtige Energie hervorzubringen, wie sie die Sonne besitzt (vergleiche oben Seite 34—36, Seite 133. Anmerk. und S. 151.).

Ueberdies wäre es kaum denkbar, daß eine so enorme Masse von Stoffen, welche beständig von den Polen der Sonne gegen den Aequator hin sich bewegte, auch nicht das geringste Anzeichen einer solchen Wanderung uns darböte, selbst nicht bei den schärfsten Beobachtungen. Wir wissen wohl, daß die sogen. Fleckenzone in einigen Jahren von fast 30° Br. bis in die Nähe des Aequators wandert (vergleiche oben S. 122). Allein das ist eine ganz andere Erscheinung; denn die Bewegung ist eine periodische, indem die Fleckenzone wieder in die höheren Breiten zurückkommt; und es ist auch kein Wandern der Stoffe, sondern eine Aenderung der Zone oder des Raumes, in welchem die Flecken sich bilden. In Betreff einer physischen Wanderung der Flecken sind die tüchtigsten Fachmänner vielmehr der Ansicht, daß entweder gar keine solche besteht, oder daß eher eine schwache Bewegung aus geringeren Breiten gegen die Pole hin sich durch Beobachtungen nachweisen lasse.

Allein wenn auch Alles dies nicht wäre, so liegt doch in der ganzen Theorie ein großer logischer Fehler. Denn wenn die Energie der Sonnenstrahlung dazu verwendet werden soll, daß die gasigen Verbrennungsproducte wieder dissocirt werden, dann kann sie eben nicht mehr verwendet werden zu dem Zweck, für welchen sie eigentlich bestimmt ist, nämlich für das Gedeihen des organischen Lebens auf den Planeten. Die Messung der Intensität der Sonnenstrahlen beruht aber doch auf derjenigen Strahlung, welche noch vollkommen

Digitized by Google

wirksam auf die Erde gelangt. Nach der Siemens'schen Theorie müßten wir nun jedenfalls annehmen, daß innerhalb des Raumes bis zur Erdbahn bereits der größte Theil jener Dissociation ausgeführt sei, weil einestheils in größerer Entfernung die Verdünnung der Massen nur noch unbedeutend zunehmen kann, anderntheils die Energie der Sonnenstrahlen sehr stark abnehmen müßte. Es müßte also angenommen werden, daß die eigentliche Sonnenstrahlung in sich noch unvergleichlich stärker sei, als unsere Messungen auf der Erde ergeben. Damit wäre aber die Schwierigkeit nur noch verstärkt, und die oben vorgebrachten Gegengründe würden an Kraft noch gewinnen. Allein bleiben wir auch bei der Strahlung stehen, welche in der Entfernung der Erde von der Sonne noch factisch besteht, und welche doch den eigentlichen Kern der Frage bildet, so könnte die Energie derselben nicht wieder zur Sonne zurückgebracht werden, wenn nicht der Dissociationsproceß auch noch in größeren Entfernungen sehr kräftig fortgesetzt würde. Aber dann würden ja die entfernteren Planeten fast gar kein Licht von der Sonne mehr erhalten, so daß uns wenigstens die entferntesten fast unsichtbar sein müßten. Das widerspricht nun aber allem logischen Denken, daß, um die Wirksamkeit der Sonne zu bewahren, ihr diejenige Wirksamkeit, wegen deren dieselbe eigentlich existirt, ganz benommen werde. — Aber es widerspricht auch den Thatsachen. Zöllner hat die sog. Albedo der Planeten bestimmt, d. h. den Bruchtheil des auffallenden Lichtes, welcher durch diffuse Reflexion wieder zurückgeworfen wird, unter Annahme, daß das Sonnenlicht in ungeschwächter Stärke zu dem betr. Körper gelangt. Dieselbe ist für ☾ = 0·174; ♂ = 0·267; ♃ = 0·624; ♄ = 0·50; ♅ = 0·64; ♆ = 0·47. Wir sehen daraus, daß im Allgemeinen die entfernteren Planeten nicht weniger, sondern noch mehr Licht zurückgeben als die uns näheren Himmelskörper; es ist also nicht wohl denkbar, daß die Sonnenstrahlen auf dem Wege zu jenen eine Schwächung durch Absorption erleiden. Wenn beispielsweise die Strahlen zwischen der Erdbahn und der Uranusbahn im Verhältniß 5 : 8 geschwächt würden, dann müßte ja Uranus eine Albedo haben, welche größer als Eins wäre; was unmöglich ist. Es ist vielmehr sehr wahrscheinlich, daß jene Planeten an sich nicht so weiß sind, wie recht weißes Papier. Da nun dieses die Albedo = 0·70 hat, und frischer Schnee 0·783, so ist die beobachtete Albedo gerade diejenige, welche sie sein muß, wenn wirklich das Licht auf dem Wege dorthin gar keine Schwächung durch Absorption er-

Digitized by Google

leidet. — Daß nun aber die Siemens'sche Gas-Circulation sich noch über den letzten Planeten hinaus erstrecken sollte, und so riesige Massen von Gasen, welche die Masse der Erde mehr als 300 Mal übertreffen, jahraus jahrein einen so enormen Weg hin und zurück durchlaufen sollten, das ist auch der kühnsten Phantasie kaum denkbar. Sonach geht die Sonnenstrahlung ohne namhafte Schwächung auch aus dem Planetensystem hinaus in die weite Welt, ohne daß ihre Energie je zurückgebracht werden könnte.

Dies leitet uns nun zu der Betrachtung der Fixsterne, welche doch auch Sonnen sind. Diese senden uns so viel Licht zu, daß sehr viele, ja wahrscheinlich bei weitem die meisten an Glanz unsere Sonne, wenn sie in derselben Entfernung sich befände, bedeutend übertreffen würden, auch wenn diese ihre volle Strahlung ohne Absorption aussenden könnte. Wie könnten wir also annehmen, daß die Sonne ihren verhältnißmäßig geringen Glanz auch noch zurückhalten sollte? Sie würde ja dann in jenen Distanzen ganz unsichtbar sein. Es ist offenbar gar kein Grund dafür erfindbar, daß die Sonne eine Ausnahme von dem allgemeinen Verhalten der Fixsterne machen sollte; und wie diese uns ihre Strahlen zusenden, so sendet auch die Sonne ihre Strahlen ohne nennenswerthe Absorption bis zu den Sternen. Es bleibt somit von der Siemens'schen Theorie gar nichts Stichhaltiges übrig. —

Aber könnte man sagen, wenn auch diese Versuche von Prel und Siemens als mißlungen bezeichnet werden müssen, so könnte doch noch vielleicht eine andere bessere Theorie gefunden werden, welche mit mehr Glück das angestrebte Ziel erreichte. Ist es doch am Ende ein allgemeines Gesetz in der Natur, daß die Vorgänge in derselben einen bestimmten „Kreislauf" vollziehen, so daß nach einer gewissen Zeit dieselben Erscheinungen wieder ganz in derselben Reihenfolge und mit derselben Intensität von neuem beginnen. Der Mond macht ganz unermüdlich seinen Kreislauf um die Erde und die Planeten um die Sonne. Auf der Erde machen die Gewässer ohne Aufhören ihren Kreislauf, indem sie aus dem Ozean als Dünste aufsteigen, von den Winden in ferne Regionen getragen werden, und dort als Regen oder Schnee herabfallen, um von den Flüssen wieder in den Ozean geleitet zu werden. Die „Lebensluft" der Atmosphäre macht ihren Kreislauf, indem sie zum Verbrennen dient, die gasigen Verbrennungsproducte von den Pflanzen „eingeathmet", und dann unter dem Einfluß des Tageslichts wieder zerlegt werden, wobei der Sauerstoff

Digitized by Google

wieder in die Atmosphäre „ausgeathmet" wird. Und auch die festen Bestandtheile der Pflanzen werden entweder verbrannt und gelangen als gasige Verbrennungsproducte wieder zu den Pflanzen, oder sie dienen Thieren als Speise; die dem thierischen Organismus eingefügten Stoffe dienen wieder anderen Thieren zur Nahrung, aber schließlich finden sie wieder einen Weg, um als „Beitrag für die Landwirthschaft" zum Wachsen der Pflanzen Verwendung zu finden. Es scheint dies ein so allgemeines Gesetz zu sein, daß wir kaum einen Vorgang in der Natur finden können, welcher nicht als Glied eines Kreislaufes sich abspielte. Also dürfen wir wohl in Kraft einer sehr starken, ja fast allgemeinen Induction schließen, daß es auch im großen kosmischen Proceß sich ebenso verhalten müsse, und somit nach einer langen sehr langen Reihe von Jahren das gleiche Spiel wieder von vorne angehen werde.

Diese Einwendung spricht nur eine unbestimmte *Möglichkeit* aus, daß es so sein könne, ohne irgend eine ursächliche Begründung dieser Möglichkeit angeben zu können. Allein *wir* dürfen dieselbe doch nicht unberücksichtigt lassen; denn wenn dieselbe wirklich begründet wäre, dann würde daraus auch eine Einwendung gegen den von uns früher gebrachten Beweis gegen die Ewigkeit des Stoffes (S. Seite 195 . . . .) sich ergeben, indem man sagen könnte, die im Stoff sich vollziehenden Bewegungen müßten nicht immer in demselben Sinne stattfinden, dessen Ende der allgemeine Stillstand wäre, sondern sie könnten auch in Kreisläufen sich vollziehen, welche periodisch wiederkehrend ohne Ende fortgehen könnten.

Sehen wir also etwas näher zu, ob diese Induction wirklich logische Kraft besitze. Dies ist nicht der Fall, aus dem einfachen Grunde, weil die als Beispiele angezogenen Kreisläufe, wie auch alle anderen nach bestimmten Perioden verlaufenden Processe in Wirklichkeit gar keine eigentlichen Kreisläufe sind. Ein wirklicher Kreislauf kann nur derjenige Cyklus von sich nach dem Causalnexus bedingenden Erscheinungen sein, bei welchem nach Ablauf der Periode alle an demselben wesentlich sich betheiligenden Körper wieder in demselben Zustand sich befinden wie zu Anfang — wenn auch nicht in jeder Hinsicht, so doch jedenfalls in Hinsicht auf die „*Energie*", welche die treibende Kraft für die Vorgänge enthält. Allerdings kann man wohl auch einen Cyklus von Erscheinungen als „Kreislauf" bezeichnen, bei welchem diese Bedingung nicht streng befolgt wird. Allein es ist klar, daß in unserer Frage es sich

Digitized by Google

nur um Kreisläufe im strengen Sinne des Wortes handeln kann. Denn wenn die Energie beständig abnähme, dann müßte nothwendig einmal ein Ende eintreten, weil jede geschaffene Energie eine endliche ist, und somit nothwendig einmal erschöpft werden würde.

Nun aber ist leicht einzusehen, daß es im ganzen Bereich der Natur gar keinen Kreislauf im strengeren Sinn des Wortes gibt — mit der einzigen Ausnahme der rein mechanischen Vorgänge der Rotationen und der Centralbewegungen —. Betrachten wir den Kreislauf der Gewässer, so kann die Verdunstung der Ozeane nur dadurch Statt finden, daß Wärme von der Sonne — oder aus dem Inneren des Planeten — mitgetheilt werde. Und diese Wärme gelangt nie wieder zurück zu ihrer Quelle, und kann nicht von neuem zu demselben Processe dienen, sondern sie ist dafür einfach verloren. Es machen also wohl die Gewässer einen Kreislauf, aber auf Kosten der Sonne; und diese, welche wesentlich nothwendig ist für die Vorgänge, muß beständig an Energie abnehmen, und ist folglich am Ende einer Periode nicht wieder in demselben Zustand von Leistungsfähigkeit wie am Anfang. — Ebenso verhält es sich mit dem Kreislauf der Atmosphäre. Der Sauerstoff kann nur dadurch wieder frei und wirkungsfähig werden, daß große Mengen von der Energie der Sonnenstrahlen absorbirt und für diesen Zweck verwendet werden. Diese von außen in den Kreislauf eintretende Energie ist nicht ein zweites Mal verwendbar und folglich einem absoluten Verlust gleichzusetzen. So ist es bei allen sogenannten Kreisläufen der Natur. Alle finden nur Statt in Kraft einer außer ihnen stehenden großen Kraftquelle, welche fast durchgehends die Sonne ist; wie es ja seit lange von Helmholtz ausgesprochen wurde, das Alles, was auf der Erde gegenwärtig eine treibende Kraft besitzt, diese nur als Wirkung der gegenwärtigen oder der früheren Sonnenstrahlung und somit gleichsam als umgewandelte Energie der Sonne besitzt. Somit ist klar, daß alle diese Kreisläufe diesen Namen nicht mit mehr Recht führen, als das Wasser, welches eine Mühle treibt. Dasselbe fließt unten ab und kommt oben wieder zu, und man darf es deshalb als Kreislauf bezeichnen. Allein im strengen Sinne ist es nicht ein solcher; und das Spiel kann nur so lange dauern, als die wesentlichen Antheil nehmende treibende Kraft noch hinreichend stark ist.

Es kann offenbar auch nicht anders sein; denn bei allen Naturprocessen — mit einziger Ausnahme der rein-mechanischen Vorgänge —

Digitized by Google

spielt die Wärme oder die chemische Energie der Sonnenstrahlen eine wesentliche Rolle. Nun aber jede ausgestrahlte Wärme, sei es die der Sonne oder auch die vom thierischen Körper ausgehende, ist für den Kreislauf eine vollständig verlorene Energie, und dieser Verlust ist auch in keiner Weise zu vermeiden. Ein Theil derselben könnte, theoretisch betrachtet, wieder in eine wirksame Form von Energie zurückgebracht werden; aber auch das nur dann und insofern, als dieselbe auf einen kälteren Körper übergeführt werden könnte. Da nun aber die Temperatur-Unterschiede naturnothwendig immer mehr einer allgemeinen Ausgleichung zustreben, so würde auch dieses einmal unmöglich werden.

Es kann also als Stütze des angeführten Inductionsbeweises aus dem Bereich der nicht rein mechanischen Naturprocesse auch nicht ein einziger Fall von einem wirklichen Kreislauf angeführt werden. Daß damit dieser Induction alle Kraft und Stichhaltigkeit genommen ist, ist einleuchtend. Und das ist umso mehr der Fall, als es sich hier nur um eine fernliegende, begrifflich noch ganz unfaßbare Möglichkeit eines solchen Kreislaufes handelt, von dem wir uns gar nicht denken können, wie er vor sich gehen könne, ohne mit den uns bekannten Naturgesetzen in directen Gegensatz zu kommen.

Nun könnte man aber noch vom theologischen oder teleologischen Standpunkt aus einwenden, wenn die allgemeine Ansicht richtig wäre, dann würde ja in diesem Punkt die Natur eine sehr mangelhafte Einrichtung aufweisen. Wenn die riesigen Vorräthe der Sonnenwärme beständig in ungemessenen Quantitäten in den leeren Weltraum sich verlieren, derart, daß nur etwa $^1/_{200}$ Milliontel des Ganzen irgend eine nutzbare Verwendung auf einem der Planeten finden kann, wäre das nicht eine wahre Verschwendung der Kraft, welche mit weit mehr Nutzen zum Gedeihen der Geschöpfe verwendet werden könnte?

Das möchte allerdings nach unsern beschränkten Auffassungen fast so scheinen. Indeß könnte man doch darauf entgegnen: 1. Wenn es allenfalls in anderer Weise sich nicht hätte einrichten lassen, und der große Plan der Schöpfung doch verwirklicht werden sollte, dann kann man darin keine Verschwendung finden. Daß es aber in einer anderen Weise überhaupt möglich wäre, das darzuthun ist bis jetzt noch Niemanden gelungen. — 2. Die Gedanken des Schöpfers sind eben nicht so kleinlich wie die der Menschen. Für das Wohlsein der geschaffenen Welt ist ausgiebig und für unermeßliche Zeiten gesorgt;

Digitized by Google

und das ist Alles, was Er ihr — wenn der Ausdruck erlaubt wäre — gleichsam schuldig ist. Daß Er ihr aber eine Dauer von vielleicht einigen Millionen Jahren bestimmt hat und nicht tausend Millionen, das ist ebenso wenig gegen die Weisheit oder Güte Gottes, wie daß Er dem Menschen nur etwa 70 und nicht 700 Jahre als Lebensdauer angewiesen hat. Die möglichst lange Dauer der Welt ist eben nicht der Hauptzweck der Schöpfung, da Ihm mit dem Aussterben der ganzen Welt ebenso wenig etwas verloren geht wie durch das Verenden einer Mücke. — 3. Die ganze Schöpfung ist ein schwaches Bild von einigen der unendlichen Vollkommenheiten des Schöpfers; und dieses Ziel, daß die vernünftigen Geschöpfe aus der Betrachtung der Natur zur Erkenntniß des Schöpfers emporsteigen können, das ist in den Augen Gottes weit wichtiger als die möglichst lange Dauer der Natur. Wie sollte nun die wirklich und absolut unendliche Größe Gottes besser zur Darstellung durch die Schöpfung kommen, als in der unermeßlichen überströmenden Fülle, mit welcher die Sonne, welche hier gleichsam den Schöpfer als schwacher Typus vertritt, ihre Gaben nach allen Seiten ausstrahlt, ohne daß dabei auch nur ein Gedanke an eine mögliche Erschöpfung der inneren Fülle in Betracht käme. — 4. Endlich jene Strahlen, die uns verloren zu sein scheinen, sind ja nicht verloren, sondern sie dienen dazu, daß auch in fernen Weträumen die Sonne sichtbar sei. Wäre es anders eingerichtet, so würden weder wir noch auch eventuelle Bewohner anderer Welten vom großen Himmelsgewölbe irgend etwas sehen können. Die Unermeßlichkeit der Schöpfung würde also für den denkenden Geist etwas gänzlich Verschlossenes, Unbekanntes sein und damit auch aller Aufschwung des Geistes zu Höherem, welcher durch jene Betrachtung angeregt wird. Und wie trist wäre es doch auf dieser Weltinsel, wenn sie ganz isolirt in dunklem Raume schwebte, und außer diesen paar Planeten gar nichts am nächtlichen Himmel sichtbar wäre! und wie langweilig, wenn die Astronomen uns gar nichts zu berichten hätten von der unermeßlichen Tiefe des Universums und von den Vorgängen, welche wir da beobachten! Nun aber, damit die Sonnen in so riesigen Entfernungen sichtbar seien, und speciell damit unsere Sonne als ein Glied des großen einheitlichen Kosmos auftreten könne, dazu ist unbedingt nothwendig, daß von unserem Familien-Oberhaupt eine so gewaltige Ausgabe von Energie aufgewendet werde. Ist das Verschwendung? Es wäre im Gegentheil zu vermuthen, daß die Menschen, wenn sie nach ihrer Einsicht

Digitized by Google

diese Verhältnisse zu ordnen gehabt hätten, in ihrem Großmachts-Wahn eine noch weit größere Verausgabung von Energie angeordnet haben würden, welche mit den vorhandenen Mitteln in schreiendem Mißverhältniß stehen würde, damit unsere Sonne im Concert des großen Kosmos eine möglichst großartige Rolle spielen könne, wenn auch dann schon nach ein paar Jahrhunderten vollständig abgewirthschaftet wäre. Beispiele hierfür sowohl im politischen Leben, als auch im wirthschaftlichen z. B. betreffs der Ausbeutung der Kohlenlager ꝛc. liegen ziemlich nahe. Es ist sonach doch wirklich gut, daß Gott es grade so gemacht hat, wie es ist; und keine geschaffene Weisheit könnte eine bessere Einrichtung erdenken. Es liegt darin nicht nur keine Unvollkommenheit, sondern vielmehr die beste und zweckmäßigste Ordnung; und es ist das nur wieder eine von den vielen schönen Zweckmäßigkeiten und Harmonien der Natur, welche wir auch in der rein physischen Ordnung des unbelebten großen Kosmos bewundern, und an welche darwinistische Anschauungen gar nicht heranreichen können.

Es kann also kein Zweifel bestehen, daß die Schlußfolgerung, zu welcher wir oben gelangt sind, eine richtige ist, und daß Alles in dem Universum, was einigermaßen als Leben bezeichnet werden kann, einmal aufhören muß. Die schönen Redeweisen enthusiastischer Naturbewunderer von dem „ewigen Walten der Naturkräfte", von der „ewig sich verjüngenden Natur" ꝛc., das sind eben nur Redeweisen und schöne Phrasen. Es wird und muß eine Zeit kommen, da alle geschaffenen Kräfte sich erschöpft, und alle Wärme-Unterschiede sich ausgeglichen haben werden. Mit der Wärme wird auch alles Licht aufhören; und auch das letzte Lichtlein am Himmelsgewölbe wird einmal erlöschen. Dann wird es heißen: „Ihr Leut' geht nach Haus' — das Theater ist aus —". Wohl dem, der dann ein liebes Heim haben wird! —

Wir haben nun im Vorangegangenen den weiteren Verlauf und das Ende der kosmischen Processe betrachtet für den Fall, daß sich Alles mit einer gewissen Ruhe nach den Gesetzen der Natur weiter entwickeln könne. Im großen Universum kann es ja auch nicht anders kommen, und deshalb gilt auch für dasselbe der Schluß, zu dem wir gelangten, daß die Welt im Großen einmal nothwendig an Altersschwäche untergehen muß. Damit ist indeß nicht ausgeschlossen, daß einzelnen Gliedern des großen Ganzen auch ein anderes früheres Ende widerfahren könne. Das Leben des einzelnen Menschen endet

Digitized by Google

ja nur zu oft durch Unfälle und akute Krankheiten; und so könnte ja wohl auch ein einzelner Himmelskörper in Folge einer Katastrophe zu Grunde gehen. Wenn nun auch diese Frage von geringerem allgemeinen wissenschaftlichem Interesse ist, so ist sie doch offenbar für die Bewohner eines Himmelskörpers, speciell für die Menschheit, von sehr großer Wichtigkeit, indem für diese Alles auf dem Spiel steht, wenn etwa so ein Zusammenstoß wie ihn Hr. v. Prel für die ausgebrannten Sonnen postulirt, viel früher schon für unsere Erde eintreten könnte. Hr. v. Prel kann uns da keine Beruhigung verschaffen, nachdem er ja sein ganzes System auf Zusammenstößen der Himmelskörper aufgebaut hat.

Nach den Untersuchungen von Laplace ist es nun sicher, daß die Planeten und Trabanten sich in sehr stabilen Bahnen bewegen, so daß ein Zusammenstoß unter ihnen (ausgenommen die Asteroiden unter sich) nie vorkommen kann. Aber es gibt doch außer diesen auch noch andere Himmelskörper, welche den Raum unseres Sonnensystem's durchziehen — die Kometen. Könnte nicht ein solcher einmal mit unserer Erde in Collision kommen? und würde ein solcher Zusammenstoß nicht fatal für diese werden können?

Aber ist dies nicht eine Frage, welche schon seit langer Zeit wissenschaftlich gänzlich abgethan ist? Nachdem sehr hervorragende Gelehrte eindringlich gegen „die Kometenfurcht" geschrieben haben, könnte es ja fast wie ein Aberglaube erscheinen, wenn man vor solchen Ereignissen noch irgend wie in Besorgniß sein wollte. Es ist aber auch nicht meine Absicht, wieder in das alte Horn zu blasen, welches vor ca. zweihundert Jahren von vielen Prädicanten sehr salbungsvoll ist angestimmt worden, und ich will ja nicht behaupten, daß so ein Komet ein „Schwert" oder eine „Ruthe" sei, welche am Himmel aushängt und „viel Fieber, Krankheit, Pest und Tod — schwere „Zeit, Mangel, Hungersnoth — groß' Hitz' dürr' Zeit, Unfruchtbar„keit — Krieg, Raub, Mord, Aufruhr, Neid und Streit — Frost, „Kälte, Sturmwetter, Wassersnoth — viel hoher Leut' Abgang und „Tod — groß' Wind, Erdbeben an manchem End — viel Anderung „der Regiment . . . ." bedeuten soll. Ich meine nur, da doch in neuerer Zeit so große Fortschritte in den Wissenschaften gemacht worden sind, so sei es nicht ganz geziemend, daß wir unsere Ansicht blos auf das stützen, was an wissenschaftlichen Gründen vor etwa einem Jahrhundert vorgebracht wurde. Wir wollen ja doch nicht

Digitized by Google

glauben auf die Autorität alter Gelehrten hin, sondern wir wollen selbst die Gründe sehen und prüfen.

Dies ist um so mehr berechtigt, als die Schriften gegen die Kometenfurcht sämmtlich in Zeiten erschienen, da ein größerer Komet am Himmel stand oder vorausgesagt war, und eine Art Panique im Volk entstanden war. Wenn es sich aber darum handelt, eine Panique zu beruhigen, dann ist man ebenso wenig wie bei der Löschung eines Brandes besonders wählerisch mit den Mitteln. — Nebstdem ist es ja auch bekannt, daß die Kometen von den Geistlichen aller Confessionen öfters benutzt wurden, um die Erinnerung an einen drohenden Richter wachzuhalten. Es könnte ja sein, daß „die Wissenschaft" da wieder einmal gemeint hat, den Geistlichen eins versetzen zu können, wenn eine Furcht vor Kometen als vollkommen thöricht erwiesen würde.

Doch auch abgesehen hiervon, und auch wenn sehr gründlich und gewissenhaft die Frage behandelt worden ist, so ist es ja doch nicht so unerhört, daß die „Wissenschaft" einmal einem Irrthum verfallen sei. Man braucht in dieser Hinsicht nur an die Geschichte der Steinregen zu denken. Bis zum Anfang unseres Jahrhunderts galt es unter den Gelehrten allgemein als eine Unmöglichkeit, daß aus dem Himmelsraum ein Stein oder gar ein Steinregen auf die Erde fallen könne. Ueber den großen 1751 bei Agram gefallenen Meteoreisenstein schrieb der gelehrte Wiener Professor Stütz anno 1790: „daß das Eisen vom Himmel gefallen sein soll, mögen wohl 1751 selbst Deutschlands aufgeklärte Köpfe bei der damals unter uns herrschenden Ungewißheit in der Naturgeschichte und Physik geglaubt haben. Aber in unsern Zeiten wäre es unverzeihlich, solche Märchen auch nur wahrscheinlich zu finden." An mehreren Museen wurden solche Meteorsteine sogar weggeworfen, „um sich nicht durch das Behalten derselben lächerlich zu machen." — In demselben Jahre 1790 fiel ein Stein bei Juillac in Frankreich nieder, und der Maire dieser Stadt sandte einen mit der Unterschrift von 300 Augenzeugen versehenen Bericht darüber an die Akademie der Wissenschaften. Aber die Herren an der Akademie waren ihrer Sache zu sicher. Der Referent Bertholon sagte, man müsse eine Gemeinde bemitleiden, welche einen so thörichten Maire habe, daß er solche Märchen glaubte; und er fügte hinzu: „Wie traurig ist es nicht, eine ganze Municipalität durch ein „Protokoll in aller Form Volkssagen bescheinigen zu sehen, die nur „zu bemitleiden sind! Was soll ich einem solchen Protokoll weiter

Digitized by Google

beifügen? Alle Bemerkungen ergeben sich einem philosophisch „gebildeten Leser von selbst, wenn er dieses authentische Zeugniß ei„nes offenbar falschen Factums, eines physisch unmöglichen Phä„nomen's lies't." Alle, welche den herrschenden Ansichten dieser Gelehrten nicht beistimmen wollten, wurden verlacht. Der sonst sehr ruhig denkende gelehrte A. Deluc sagte sogar: wenn ihm ein solcher Stein vor die Füße fallen würde, müßte er zwar sagen, er habe es gesehen, könnte es aber doch nicht glauben. Auch Vaudin sagte, man müsse so unglaubliche Dinge lieber wegleugnen, als sich auf Erklärungen derselben einlassen. Das war die Ansicht der französischen Akademie, welche damals in der Wissenschaft unbedingt dominirte.

Nun heute ist die Sprache der Wissenschaft eine ganz andere. Man nimmt nicht bloß die Möglichkeit von Steinfällen an, sondern man hat bereits berechnet, daß solche Phänomene auf der ganzen Erdoberfläche jedes Jahr im Durchschnitt beiläufig 700 mal stattfinden. Und solche Wichtigkeit legt man diesen Meteorsteinen bei, daß sie sogar für die Erklärung kosmischer Erscheinungen herbeigezogen werden. Das Zodikallicht soll solchen Schwärmen von Steinen seinen Ursprung verdanken. Die Hitze der Sonne soll durch hineinfallende Meteorsteine wenigstens zum Theil erhalten werden. Selbst die säculäre Acceleration des Mondes wollen Manche aus den auf ihn und auf die Erde fallenden Meteorsteinen erklären. Einige meinen sogar, die ersten Keime des Lebens seien durch Meteorsteine der Erde zugeführt worden („Woher?" und „Wie?", das sagt freilich Niemand).

Wenn also in diesem Fall die Wissenschaft — man könnte wohl sagen — aus einem Extrem in das entgegengesetzte gefallen ist, könnte es dann nicht etwa mit dem Fall eines vereinzelten Kometen ebenso ergehen, wie es mit den unzähligen Fällen von Meteorsteinen ergangen ist? — Wir haben aber dieses Stück der Culturgeschichte etwas einläßiger vorgeführt, weil das frühere Vorgehen der „Wissenschaft" eine frappante Aehnlichkeit aufweist mit dem Verhalten derselben „Wissenschaft" gegenüber anderen Thatsachen, welche durch noch weit gewichtigere Zeugnisse und Gründe erhärtert sind, und welche zu dem Kapitel von „Natur und Offenbarung" in einer engen Beziehung stehen.

Ein ähnlicher Fall von Umschwung in den Ansichten der „Wissenschaft" fand Statt in Bezug auf den Anfang, resp. die Einheit des Menschengeschlechtes. Vor etwa einem Jahrhundert galt

Digitized by Google

es unter den Vertretern der Wissenschaft, welche nur dieser ohne Rücksicht auf Offenbarung folgen wollen, als unmöglich, daß die verschiedenen Racen der Menschen von einem einzigen Paar abstammen könnten, weil die Unterschiede zu tiefgehend seien. Diese Ansicht war so allgemein, daß alle damaligen apologetischen Schriftsteller dagegen lange Tractate schreiben mußten über „die Einheit des Menschengeschlechtes". Und diese Tractate haben sich dann auch auf die Apologetiker von heute vererbt, obgleich sie jetzt ganz überflüssig scheinen könnten. — Nun der gegenwärtige Standpunkt der „Wissenschaft" ist ein gründlich verschiedener. Jetzt wird in den gleichen Schulen gelehrt, daß nicht nur alle Menschen von einem Urahn abstammen, sondern auch Menschen und Thiere, ja Alles was lebt, der gleichen Wurzel entstammt. Und das ist nicht etwa blos die Ansicht einiger extravaganter Köpfe, sondern es ist „die Blüthe der Wissenschaft"; und wer damit nicht einverstanden ist, der läuft Gefahr, als wissenschaftlicher Reactionär angesehen zu werden.

Solche Beispiele könnte man auf dem Gebiete der Wissenschaften noch manche finden. Wenn man aber unter diesem Namen nicht blos die sogenannten „exacten Wissenschaften" begreift, sondern auch andere Zweige der menschlichen Erkenntniß, dann bieten sich noch frappantere Fälle dar, von denen wir einige schon gestreift haben. So ist z. B. die Ueberzeugung von der menschlichen Freiheit von jeher ein unerschütterlicher Grundsatz, ja ein Heiligthum des menschlichen Wissens gewesen, an welchem in früheren Zeiten Niemand auch nur zu rütteln wagte. Und jetzt wird sie, wie wir schon sahen, von der materialistisch gewordenen „Wissenschaft" einfach als eine Illusion erklärt (S. S. 206.). — Noch kaum ein Jahrhundert ist es, daß unsere berühmtesten Gelehrten als feststehende Wahrheit verkündeten, das „Ich", d. h. der philosophirende Mensch sei der eigentliche Gott. Ja man versichert, daß noch heute eine sehr mächtige gar nicht überspannt-religiöse Secte am Glauben festhalte, nur der Mensch selbst sei sein Gott. Nun aber kehrt sich das Blatt, und die „exacte Wissenschaft" selbst mit ihrer ganzen Auctorität erklärt, daß der Mensch nur ein Thier sei — etwas mehr entwickelt als die andern Thiere, seine Vorfahren, aber doch nur dem Grad der Entwickelung nach von ihnen unterschieden.

Dies sei nicht gesagt, um das Ansehen der Wissenschaft überhaupt zu schmälern. Die eigentliche Wissenschaft irrt vielmehr nie. Sie kann sich in unrichtigen Hypothesen bewegen; allein dann wird

Digitized by Google

ein verständiger Kenner auch nicht anders sagen, als daß es Hypothesen seien. Wenn aber etwas als sicher hingestellt wird, dann muß man eben etwas näher zusehen, ob es wirklich die Wissenschaft sei, welche redet, d. h. ob wissenschaftliche, feststehende und beweiskräftige Gründe dafür zur Geltung kommen; oder ob es vielmehr nur — wie es oft geschieht — gewisse Raisonnements sind, oder allenfalls auch zu Theorien aufgebauschte subjective Wünsche, welche, um sich ein größeres Aplomb zu geben, an die Wissenschaft sich anlehnen und in den Mantel einer nobleu wissenschaftlichen Sprache gehüllt dem Leser vorgeführt werden.

Diese Bemerkungen haben uns ein wenig von unserem Gegenstand abgebracht. Aber sie werden uns darin bestärken, daß wir, durch ähnliche Fälle belehrt, auch in unserer Frage nicht dabei stehen bleiben dürfen, daß manche Männer der Wissenschaft gegen die Kometenfurcht geschrieben haben, sondern daß wir die Gründe derselben selbst etwas näher ansehen müssen.

Der Hauptgrund nun, welcher gegen die Kometenfurcht vorgebracht wird, und der stärkste Beweis für die Unschädlichkeit dieser Himmelskörper wird aus der geringen Masse derselben entnommen. Es gibt kaum ein Lehrbuch der Astronomie, in welchem dieser Umstand nicht stark betont, und die Folgerung daraus angedeutet wird, daß ein Komet gar nicht im Stande sei, der Erde irgendwie erheblich zu schaden, selbst wenn er mit ihr zusammenstoßen sollte. — Ein zweiter Grund beruht auf der äußerst geringen Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes mit der Erde. Man kann in der That nach den Gesetzen der mathematischen Wahrscheinlichkeit wenigstens 20 Millionen gegen Eins wetten, daß ein Komet uns nicht schaden werde, weil nämlich der Raum so unermeßlich groß, und die zwei Körper im Verhältniß dazu winzig klein sind. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Unfalles ist also eine höchst geringe. Steigt man in die Eisenbahn, um auch nur eine kleine Strecke zu fahren, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß man den Waggon unversehrt wieder verlassen werde, kaum so groß, wie diejenige, daß ein Komet unschädlich bleiben werde. Und welcher Reisende hat bei solcher Gelegenheit auch nur die geringste Besorgniß vor einem Unfall?

Der zweite Grund ist also wirklich geeignet, die Furcht vor den Kometen zu zerstreuen; allein eine wirkliche Sicherheit kann er uns doch augenscheinlich gewiß nicht geben. Unter 20 Millionen Kometen, welche erscheinen, wird im Durchschnitt nur einer sein, welcher die Erde trifft. Aber eben dies, daß unter so vielen einer sein werde,

Digitized by Google

welcher der Erde fatal sein würde, daß ist sogar höchst wahrscheinlich; und daß das nicht schon bald geschehen könne, dafür kann gar kein wissenschaftlicher Grund aufgebracht werden.

Wenn nun aber einmal ein solcher Zusammenstoß stattfinden sollte, können wir dann wenigstens auf die Stichhaltigkeit des ersten Grundes rechnen? Die Masse der Kometen ist nun allerdings eine sehr geringe, da man ja selbst kleinere Sterne durch die Coma hindurch fast ohne Lichtschwächung ja sogar ohne bemerkbare Ablenkung des Lichtstrahles sehen kann. Deshalb wurden sie auch von Babinet ein „rien visible", ein „sichtbares Nichts" genannt. Allein man darf doch nicht vergessen, daß die Kometen eine sehr große Ausdehnung haben, und daß die Größe des Volum's doch einigermaßen den Mangel an Dichte ersetzen könnte. Auch hat man noch keinen Beweis dafür, daß durch den eigentlichen Kern eines Kometen Sterne gesehen werden könnten. Man weiß sonach nicht viel Sicheres über die Masse dieser Himmelskörper: und was man weiß, bezieht sich nur auf die „obere Grenze" ihrer Masse. So berechnete Laplace, daß der berühmte Lexell'sche Komet, welcher 1770 der Erde auf den 6fachen Mondabstand nahe kam und 1779 zwischen den Monden des Jupiter durchging, im höchsten Fall $^1/_{5000}$ der Erdmasse haben konnte; Harkneß berechnete denselben zu $^1/_{16800}$. Für den Donati'schen Komet von 1859 wurde auf Grund von etwas unsicheren Annahmen von E. Roche $^1/_{23000}$, von Faye dagegen $^1/_{235}$ der Erdmasse berechnet. Es verdient auch bemerkt zu werden, daß die Kerne der Kometen wahrscheinlich feste Massen sind, weil sonst z. B. die Kerne der Kometen von 1680, 1843, 1882 bei ihrer auffallend starken Annäherung an die Sonne nach mechanischen Gesetzen unfehlbar wären zerrissen worden. Dann muß aber auch ihre Masse eine ganz ansehnliche sein. Wir haben somit gar keinen Beweis dafür, daß ein Komet nicht eine Masse $= {}^1/_{10000}$ der Erdmasse haben könne. Das ist nun allerdings relativ unbedeutend; allein es ist auch ebenso relativ — nämlich im Vergleich mit dem, was es bedarf, um der Erde eventuell zu schaden — sehr bedeutend.

Setzen wir also einmal den möglichen Fall, daß ein Kometenkern von $^1/_{10000}$ der Masse der Erde mit dieser zusammenstieße, so wäre das etwa so viel wie 270000 Kubikmeilen fester Masse von der mittleren Dichte der Erde oder ca. 580000 Kubikmeilen von der Consistenz unserer Gebirge. Und diese Masse käme mit der kosmischen Geschwindigkeit von 6 Meilen pro Secunde, d. h. mit fast der 100fachen Geschwindigkeit unserer besten modernen Geschosse gegen

Digitized by Google

die Erde heran. Es liegt auf der Hand, daß die Wirkungen eines solchen Stoßes über alle Vorstellung furchtbar sein müßten. Die zerstörende Wirkung eines stoßenden Körpers ist nach den Lehren der Mechanik proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit, und folglich würde die Wirkung etwa ebenso durchschlagend sein, wie wenn eine der Erde gleiche Masse mit der Geschwindigkeit einer Kanonenkugel gegen dieselbe anstoßen würde. Eine solche Katastrophe würde kein Mensch lebend durchmachen können, selbst nicht, wenn sie eine 1000 mal geringere zerstörende Energie entwickeln würde. — Dazu kommt aber noch, daß der mechanische Zusammenstoß nicht das einzige ist, was zu fürchten wäre. Selbst wenn der Kern des Kometen an der Erde vorbeigehen, und nur ein größerer Theil der Coma von der Erde aufgefangen würde, wären die Folgen schon sehr verderblich. Denn zunächst würde durch den Anprall so gewaltiger Gasmassen ein über alle Begriffe entsetzlicher Sturm hereinbrechen; und wenn der Anprall auf einem Ozean geschähe, würde eine meilenhohe Fluth aufgepeitscht werden, welche über alle Continente hin sich fortwälzen würde. Dann aber hat ja die Spectral-Analyse festgestellt, daß die Gase, welche in den Kometen enthalten sind, vorzugsweise Kohlenwasserstoffe sind, also ähnlich den schlagenden Wettern unserer Kohlenbergwerke. Dieselben würden also nicht blos die Athmosphäre zum athmen untauglich machen, sondern sie würden sich entzünden und auf Kosten unseres Sauerstoffes einen allgemeinen die ganze Erde umringenden Brand erzeugen. Und sollte das noch nicht genug des Schreckens sein, so brauchte man sich nur zu erinnern, daß die Spectroskopie auch große Mengen von Blausäure unter den Gasen der Kometen nachgewiesen hat.

Ob solche Schrecken nun wirklich kommen werden, das kann niemand mit Gewißheit sagen. Alles, was die Wissenschaft darüber sagen kann, ist, daß es *recht wohl möglich* sei, daß es einmal so geschehen könne. Ein solches Ereigniß wäre ja auch im Grunde nichts anderes, als noch ein etwas verspäteter einzelner Fall von denjenigen, welche unserer früheren Darstellung (vgl. oben S. 50 . .; 69 . .; 76 . . .;) entsprechend, in früheren Zeitperioden zu Tausenden und Millionen sich ereigneten. Und da unser ganzes Sonnensystem beständig sich fortbewegt, etwa 100 Millionen Meilen jährlich, so haben wir gar keine Gewißheit, daß wir nicht solchen kosmischen Massen uns nähern könnten, die dann als solche Nachzügler in Gestalt großer Kometen in unser Planetensystem hineinstürzen würden.

Digitized by Google

Doch wenn je eine solche Katastrophe eintreten sollte, so bietet uns die Wissenschaft doch einen Trost: wir können nämlich durch sie ganz beruhigt sein, daß dieselbe nicht plötzlich und unversehens hereinbrechen werde. Selbst im ungünstigsten Fall, daß der Komet sogleich beim Eindringen in das Sonnensystem mit der Erde zusammenstoßen sollte, würden unsere unermüdlichen Kometenjäger sicher schon etwa $^1/_4$ Jahr vorher uns benachrichtigen. Geht er aber vorher durch sein Perihel und kommt erst auf dem Rückweg mit der Erde zusammen, dann würde wohl $^1/_2$ Jahr von seiner Entdeckung bis zur wirklichen Ankunft verstreichen. Das Ereigniß kann also unmöglich ganz unversehens und gleichsam über Nacht kommen.

Man würde dann also eventuell eines Tages die Nachricht erhalten, daß wieder ein neuer Komet in Amerika entdeckt worden sei; und ein paar Tage darauf würde man erfahren, daß die Bahn desselben der Bahn der Erde auffallend nahe komme. Bald darauf wird man auch wissen, daß auch die beiden Himmelskörper selbst, Erde und Komet ziemlich um die gleiche Zeit die Kreuzungsstelle der Bahnen passiren werden. Endlich wird ein tüchtiger Rechner herausfinden, daß beide auf einige Minuten gleichzeitig an dieser Stelle anlangen werden. Wenn dann der Komet — wie wir hoffen wollen — wenigstens soviel Sinn für Anstand hat, daß er vorher der Sonne seinen Besuch abstattet, dann wird auf dem Rückweg der Schweif ihm vorauseilen. Anfangs dünn und unbemerkbar, wird derselbe immer dichter werden. Sternschnuppen und Meteore, welche bekanntlich stets vereint mit Kometen die gleiche Bahn durchlaufen, werden dann zu Millionen hellenchtend in die Atmosphäre eindringen; und durch deren Verdampfung werden so massenhafte Schichten kosmischen Staubes entstehen, daß das Sonnenlicht nur noch schwach und roth gefärbt die Atmosphäre durchdringen kann. Bald darauf wird dann der Kopf des Kometen selbst ankommen, und entweder durch das Einschlagen des Kernes mit einer schrecklichen Fluthwelle des Ozean's die Erdkruste zertrümmern, und das glühflüssige Erdinnere emportreiben; oder aber er wird uns wenigstens einen großen Theil seiner dichteren Coma zurücklassen, welche dann als entsetzlicher Orkan in die Atmosphäre eindringend mit derselben einen allgemeinen Brand erzeugen wird, dessen Hitze selbst die Mineralien kaum werden Stand halten können, während alle organischen Gebilde in wenigen Stunden in Asche verwandelt sein werden.

Sehr interessant ist es, ein solches muthmaßliches Ende des Erdenlebens auch von einer andern Seite, nämlich der theologischen,

Digitized by Google

zu betrachten. Haben wir das, was uns die Kosmogonie über die Vorgänge der Vergangenheit lehrt, verglichen mit dem, was uns die Offenbarung darüber sagt, und eine recht gute Uebereinstimmung gefunden, so ist es gewiß von großem Interesse, zu untersuchen, ob auch in Bezug auf die Zukunft und ein eventuelles Ende eine ähnliche Uebereinstimmung nachgewiesen werden kann. Wir haben da nicht lange zu suchen; vielmehr finden wir viele Stellen der heiligen Schrift, die an Klarheit und Bestimmtheit kaum etwas zu wünschen lassen. Und zwar sind es nicht Aussprüche irgend eines Schriftstellers, der vor mehreren Jahrtausenden lebte, sondern der Heiland selbst spricht sich darüber aus und seine von ihm persönlich belehrten Apostel.

„Die Sonne wird verfinstert werden, und der Mond wird sein „Licht nicht geben. Die Sterne werden vom Himmel fallen, und „die Kräfte des Himmels in Bewegung kommen (commovebuntur, „erschüttert werden)". (Matth. 24 v. 29 und Marc. 13. v. 24 und 25.). — „Es werden Zeichen sein an Sonne und Mond und Ster„nen, und auf der Erde ein Schrecken der Völker vor dem Getöse „des Meeres und der Fluthen. Und die Menschen werden verdorren „vor Angst und Erwartung der Dinge, welche über den ganzen Erd„kreis hereinbrechen werden, denn die Kräfte des Himmels werden „erschüttert werden." (Luc. 21. v. 25 und 26.). „Die Sonne wird „verfinstert, der Mond in Blut verwandelt werden, wenn der schreck„liche Tag des Herrn kommen wird." (Joel. 2. v. 31.). „Der Tag „des Herrn wird kommen wie ein Dieb; an ihm werden die Himmel „mit großem Krachen (magno impetu mit großer Gewalt) vergehen, „und die Elemente werden durch die Hitze vergehen (solventur, ge„schmolzen werden), die Erde aber und die Werke, welche auf ihr „sind, werden verbrannt werden" (II. Petr. 3. v. 10.)

Ist das nicht ein ganz ähnliches Bild, welches uns da geboten wird, wie das, welches wir oben vom rein wissenschaftlichen Standpunkt aus gewonnen haben. Der einzige Hauptunterschied besteht nur darin, daß uns die Wissenschaft nur von einem möglichen Ende reden kann, während die Offenbarung dasselbe als gewiß voraussagt. Es soll nun auch nicht gesagt sein, und kein verständiger Christ wird behaupten, daß Alles, was dereinst bei einer solchen Katastrophe eintreten wird, durch die physischen Kräfte der Natur bewirkt werden wird. Aber wer ohne Voreingenommenheit die Sache betrachtet, der wird doch bekennen müssen, daß auch sogar in den Einzelheiten eine auffallende Uebereinstimmung besteht zwischem dem, was

Digitized by Google

wir durch die Offenbarung wissen, und dem, was die Wissenschaft erst viele Jahrhunderte später auch rein von ihrem Standpunkt aus als das recht wohl mögliche, ja sogar muthmaßliche Ende der Dinge erkannt hat.

Es verdient aber doch gewiß auch einige Beachtung, daß diese Voraussagungen von Einem ausgingen, der nie Astronomie studirt hatte, und zu einer Zeit, wo auch diese Wissenschaft selbst gar keinen Anhaltspunkt bot für eine solche Voraussagung. Ueber anderthalb Jahrtausende hindurch hätte die vermeintliche „Wissenschaft" wahrscheinlich ihren Spott darüber ausgegossen, daß die „Sterne vom Himmel fallen" sollten, nachdem sie noch bis zum Anfang dieses Jahrhunderts es als absurd erklärt hat, daß auch nur ein Stein vom Himmel fallen könne. Und der Ausdruck „Die Kräfte des Himmels werden erschüttert werden", hätte der nicht als eine vage, inhaltslose Redeweise belächelt werden müssen, da man noch bis in die neuere Zeit aus der „Wissenschaft" für dieselbe eigentlich gar keinen greifbaren Sinn hätte finden können. Nun aber nach den neueren Entwickelungen der Astronomie ist es sehr einleuchtend, einen wie wohl begründeten Sinn diese Worte haben; da man am Himmel solche Gewalten nachgewiesen und auch nach ihrer Energie berechnet hat, daß dagegen Alles, was wir auf der Erde als machtvoll und gewaltig erkennen, fast verschwindet, derart, daß auch einer von den leichtesten aller Himmelskörper im Stande wäre, unsere ganze Erde mit allem, was sich darauf regt, dem Untergang zuzuführen.

Und dieser Eine sagt das alles voraus nicht in der Weise, wie allenfalls ein Gelehrter die Ergebnisse seiner Studien verkündet, mit einigem Zagen und in unbestimmten dehnbaren Ausdrücken; sondern mit sehr klaren bestimmten Worten, und mit der Sicherheit dessen, der das ganze Ereigniß gleichsam als gegenwärtig bereits geschaut hat!

Wir sehen somit, daß die wahre Wissenschaft und die Offenbarung sehr wohl mit einander harmoniren, nicht blos in Bezug auf die Entstehung und Ausbildung der Welt; sondern auch — und in noch höherem Grade — in Betreff des Endes derselben. Nur muß man dabei im Auge behalten, was wir bei jener ersten Betrachtung schon hervorhoben. Die heilige Schrift befaßt sich nämlich mit der Ausbildung der Welt nicht vom allgemeinen kosmischen Standpunkt aus, sondern nur insofern sie in Beziehung steht zu der Menschheit. Und ebenso wird auch als Ende der Welt nicht jenes langsame Verfiechen des Kosmos im Großen betrachtet, von welchem wir weiter

Digitized by Google

oben gehandelt haben, sondern jene Katastrophe, welche das Ende der Menschheit herbeiführen wird.

XI. Schlußbetrachtung.

Wenden wir nun am Schlusse unserer Betrachtungen den Blick noch einmal rückwärts, um das Ganze zu überschauen, so dürfen wir wohl sagen, daß die in der Einleitung ausgesprochene Ansicht (S. 2 u. 3) nicht gerade als übertrieben bezeichnet werden könne. Denn die Theorien, welche über die wahrscheinlichen Vorgänge bei der Ausbildung des Universums und speciell unseres Planetensystems entwickelt wurden, können in ihren wichtigeren Theilen als wissenschaftlich wohl begründet und den Geist einigermaßen befriedigend angesehen werden; und es ist sehr unwahrscheinlich, daß sie in der Hauptsache je umgestoßen und durch andere Theorien verdrängt werden könnten. In weniger wichtigen Theilen oder in noch nicht genügend erforschten Fragen gelangten wir wenigstens zu recht wohl haltbaren Hypothesen, welche mit den Naturgesetzen in befriedigender Harmonie stehen.

Wir sehen nun mit einem etwas tieferen Blick, welcher auch die Entstehung des Ganzen umfaßt und auch auf die Zukunft sich erstreckt, dieses große herrliche Weltgebäude vor uns. Alles, was wir an Großartigkeit und Schönheit, Festigkeit und weiser Einrichtung erdenken können, findet sich da wie in einem unvergleichlichen Ideal verwirklicht. Ja alle unsere kühnsten Vorstellungen werden weit übertroffen von der einfachen Wirklichkeit; und wir müssen uns unfähig bekennen, die fast unendliche Weite und Tiefe des großen Weltenbaues zu erfassen. Es ist nicht ein Gebäude nach Art unserer großen Bauten; es sind da nicht die Regeln des romanischen oder gothischen oder des modernen Fabrik-Styles befolgt; und doch ist es so schön, daß sein Anblick immer von neuem Wohlgefallen und Staunen erregt, und auch der nicht leicht erregbare Mann der strengen Wissenschaft einer unbeschreiblichen Bewunderung sich nicht erwehren kann, wenn er von hohem Gebirge aus durch eine klare Atmosphäre die Gestirne wie in Lichtströmen angeordnet am tiefblauen Himmelsgewölbe erstrahlen sieht[1]). Ueber alle Meisterwerke menschlicher Architektur ist jenes Gebäude so erhaben, daß es auch unter den strengsten Kritikern nicht einen gegeben hat, welcher dasselbe nicht als unver-

[1]) Anm. Eine enthusiastische Schilderung solcher Eindrücke gibt z. B. Mr. C. Pritchett, Director des Morrison Observatory aus eigener und anderer Astronomen Erfahrung in „The Observatory" vol. II. p. 309.

Digitized by Google

gleichlich schön, erhaben und herrlich gepriesen hätte. Es sind da nicht schwere Massen durch noch schwerere unterstützt, um in der Höhe gehalten zu werden, sondern mit unvergleichlicher Leichtigkeit schweben ungezählte Massen, deren Größe jeder Vorstellung spottet, in ungemessenen Höhen und Entfernungen. Nichts ist vergleichlich mit der Festigkeit und Stabilität dieses Wunderbaues, da selbst nur einige kleine Felsmassen dieses unseres winzigen Planeten für die menschliche Auffassung den eigentlichen Typus und das Ideal von Festigkeit abgeben; und doch ist Alles mit der größten Leichtigkeit gehalten. Nicht riesig dicke Gewölbe stützen das Gebäude, nicht eiserne Stangen und Traversen verbinden die einzelnen Theile; vielmehr besteht bei aller Festigkeit noch Bewegung, fast könnte man sagen Leben in dem Ganzen. Alles kann sich in seiner Weise völlig frei bewegen; und doch fügt sich Alles in schönster Ordnung dem großen Plan des Weltbaues. Auch für herrliche Beleuchtung und Heizung ist in ausgiebigster und zweckmäßigster Weise gesorgt; und zwar so, daß nirgends ermüdende Einförmigkeit herrscht, sondern vielmehr die weitestgehenden Abstufungen und Abwechselungen statt haben, so daß den Bedürfnissen der lebenden Wesen nach jeder Richtung hin in mehr als hinreichender Weise entsprochen werden kann.

Und was nun fast noch wunderbarer ist als das Gebäude selbst, das ist seine Entstehung. Dieser herrliche Bau ist aufgeführt worden, ohne daß von außen irgend Jemand Hand angelegt hätte, einfach durch die Kräfte und Eigenschaften der Baumaterialien selbst. Kein Gerüste hat daran gestanden, welches nach Vollendung des Ganzen irgend wohin wäre bei Seite geschafft worden; sondern Alles, was an Material vorhanden war, ist auch für den Bau selbst verwendet worden. Und dieser Stoff ist nicht auf großen Fuhrwerken herbeigeschafft worden, und nicht gewaltige complizirte Maschinen haben ihn in die Höhe gewunden und an seinem Platze eingefügt. Aus den tiefsten Himmelsräumen ist er herbeigekommen in großen, dünnen Flocken, die wegen ihrer Dünnheit fast ein Mittelding zwischen dem Nichts und dem Stoff genannt werden könnten, sanft herbeigezogen durch eine — dem Anscheine nach — innewohnende geheimnißvolle Kraft, welche wir Gravitation nennen, von deren Natur und physischen Ursache aber selbst die größten Gelehrten absolut nichts wissen. War die Zeit noch nicht geeignet, dann hat sich der Stoff auf seiner Bahn wieder entfernt. Er wurde später ein zweites mal, ein zehntes, ein hundertstes mal herbeigezogen, bis er endlich blieb. Dabei hat er sich verdichtet; er hat für sich selbst Consistenz und gleich-

Digitized by Google

sam Leben gewonnen, und hat gleichzeitig als schönes Glied eines großen Ganzen sich ausgebildet. Die wunderbare Kraft der allgemeinen Schwere, dieses große Räthsel der Natur, welche allen menschlichen Bauwerken hemmend entgegensteht und sie zu Kleinheit und Plumpheit zwingt, die ist bei diesem Weltenbau gerade das fördernde Agens. Und sie ist so wunderbar verwendet worden, daß sie nur an der Oberfläche der einzelnen Körper mit großer Stärke hervortritt, um Festigkeit und Stabilität zu verleihen, bei manchen auch um die große thermo-dynamische Maschine in Thätigkeit zu setzen, durch welche die Heizung und Beleuchtung des Ganzen bewirkt wird. Aber in großen Distanzen tritt diese Kraft fast bis zur Unmerklichkeit zurück, so daß sie kein Hinderniß bildet für die riesigen Dimensionen des ganzen Baues. Und der schwache Theil, welcher von ihr noch bleibt, ist gerade ausreichend, um die Materialien herbeizuschaffen und im Verein mit einer Tangentialbewegung ein schönes Leben in das Ganze zu bringen; und auch diese Tangentialbewegung selbst ist, wie wir sahen, durch diese Kraft der allgemeinen Schwere hervorgebracht worden.

Ohne Zweifel ist dieses große Weltgebäude in seiner ganzen Einrichtung und namentlich in seinem Entstehen das Werk einer großen, ja unergründlichen Weisheit. Hat es zu allen Zeiten als das wahre Merkmal hoher Weisheit und Intelligenz gegolten, wenn mit sehr einfachen Mitteln große schöne Wirkungen erzielt werden; wo sind jemals mit so einfachen Mitteln so wunderbare Wirkungen erreicht worden? Das gilt nun schon für die rein physikalische Ordnung des unbelebten Kosmos, um so zu sagen für den Rohbau des Ganzen. Daß es aber in hundert- und tausendfacher Tiefe sich bewahrheitet, wenn auch die belebte Natur, die wunderbaren Erscheinungen des pflanzlichen, thierischen und geistigen Lebens der Geschöpfe mit in Betracht gezogen werden, das ist für Jeden evident, der sich nur einigermaßen ernstlich mit solchen Studien befaßt hat. Und diese Weisheit tritt um so klarer hervor, als sie sich nicht bloß darauf beschränkt, daß Alles zweckdienlich für sein Bestehen und Gedeihen eingerichtet ist, sondern daß auch für das Nützliche, Annehmliche, ja für eine hohe Schönheit überall mehr als hinreichend gesorgt ist. Wie die heil. Schrift kurz und inhaltsschwer sagt: „Gott hat die Weisheit über alle seine Werke ausgegossen" („Effudit eam semper omnia opera sua" Eccli. 1. 10.).

Diese Weisheit nun, welche Gott in der Schöpfung gleichsam niederlegt und zum Ausdruck gebracht hat, die leuchtet aus derselben

Digitized by Google

unserm geistigen Auge entgegen, wenn wir sie mit vorurtheilsfreier Wahrheitsliebe untersuchen und betrachten. Was der Schöpfer aus den Schätzen seiner unendlichen Weisheit in die Natur gelegt hat, das findet — bis zu einem gewissen Grad — der geschaffene Geist darin wieder; und eben dadurch findet er seine eigene Entwickelung und gleichsam Nahrung. So ist die Natur die vom Schöpfer selbst uns mitgegebene Lehrmeisterin und Schule, durch welche die schlummernden Fähigkeiten der Seele geweckt und entwickelt werden sollen. Das ist der tiefere Grund, weshalb diese Studien so sehr des Menschen Geist anziehen. Der talentvolle Knabe hat kaum die Kinderjahre hinter sich, als er sich schon hingezogen fühlt, jenen Bau näher kennen zu lernen, der sich jede Nacht in so geheimnißvoller Pracht über der elterlichen Wohnung zu wölben scheint. Allmählich erkennt er, daß dieser Bau immer weiter und tiefer zu werden scheint, je mehr er davon verstehen lernt, und daß er viele Vor- und Hilfsstudien machen muß, um zu einer volleren Erkenntniß desselben zu gelangen. Eben dadurch aber entwickelt sich sein Geist und gleichzeitig auch die Freude an dem Studium einer so unergründlichen Quelle von Kenntnissen.

Die Begriffe der Kindheit haben ganz naturgemäß etwas sehr Beschränktes und zum Theil auch Unrichtiges an sich, weil es größtentheils nur Abstractionen aus dem engen Kreis der Erfahrung des Kindes sind. Aber ganz Aehnliches gilt — wenn auch in geringerem Grade — von den Ideen der späteren Jahre. Gar manche Idee und manches Urtheil stützt sich nur auf die Erfahrungen, die wir gemacht haben, und berechtigt ist dasselbe nur für den Kreis dieser Erfahrungen; aber in unserer Auffassung wird dasselbe aufgebauscht zu einem allgemeinen Axiom, welchem absolute Giltigkeit für alle Sphären des Seins und der Möglichkeit zukommt. Gewöhnlich werden solche Irrthümer nur abgelegt durch eine erweiterte berichtigende Erfahrung. Einen großen Beitrag hiefür liefert nun gerade eine erweiterte gründlichere Kenntniß des Weltgebäudes.

Die ersten räumlichen Begriffe des „rechts, links, vorne, hinten" sind so sehr dem beschränkten Kreis der Erfahrung über die eigene kleine Körperlichkeit entnommen, daß auch eine geringe Erweiterung der Erfahrungen genügt, um darzuthun, daß dieselben in der großen Welt gar keine Geltung mehr haben. Aber gehen wir nur zu den ganz verwandten Begriffen des „Oben und Unten" über, so finden wir da ganz andere Schwierigkeiten. Diese Begriffe stützen sich auf Abstractionen von einem weit größeren Kreis der Erfah-

Digitized by Google

rung, und deshalb setzten sie sich auch in der Auffassungsweise der Menschen als etwas Absolutes und ganz Allgemeingiltiges fest, so daß man es für etwas Undenkbares hielt, daß etwas Räumliches existiren könne, ohne ein Oben und Unten. Erst die richtigere Erkenntniß des Weltgebäudes seit Kopernikus konnte diesen Zauber brechen und uns die Einsicht verschaffen, daß es im Kosmos kein Oben und Unten gibt, und daß diese kleinlichen Vorstellungen ganz abgelegt werden müssen, wenn man kosmische Verhältnisse in Betrachtung zieht. In ähnlicher Weise erhalten auch viele andere Begriffe durch das Studium des Kosmos eine — wenn auch nicht in gleicher Weise umstoßende, doch eine — berichtigende und erweiternde Correctur. Wie gründlich werden unsere Begriffe von „Groß und Klein, Nahe und Ferne" 2c. durch dieses Studium geändert. Es gibt einfach im Kosmos kein Groß und Klein. Der riesige Erdball ist ein winziges Atom des Ganzen. Und daraus können wir zugleich die höhere Belehrung schöpfen, daß die stofflichen Dimensionen ganz ohne Belang dafür sind, daß etwas werthvoll oder werthlos, geistig wichtig oder bedeutungslos sei. Und ferner schließen wir auch ganz consequent daraus, daß selbst das ganze Universum nicht eigentlich wahrhaft groß ist, indem wir nur das Eine erkennen, daß es größer ist als seine Theile. Wahrhaft groß — aber zugleich auch über jeden Maßstab erhaben — kann nur der Eine sein, der das Ganze geschaffen hat. Nichtsdestoweniger bleibt für unsere menschlichen Auffassungen des Universum nicht bloß groß, sondern auch das Urbild und Ideal der Immensität.

Aehnlich wie die körperlichen Begriffe finden auch die auf die Zeit sich beziehenden Vorstellungen eine tief gehende Klärung und Erweiterung in dem Studium des Kosmos. Nicht nur die Norm für alle genaue Zeitbestimmung wird uns durch die Astronomie geliefert; sondern auch in der Entstehung des Kosmos und seiner Aeonen umfassenden Entwickelung finden unsere zeitlichen Begriffe eine Erweiterung, welche sich bis zur Unermeßlichkeit steigert, so daß wir auch hierin — wie ja auch sonst in fast allen Gebieten — mit rein wissenschaftlichen Mitteln nicht bis zu einer Grenze gelangen können. Deshalb ist der Kosmos für unsere Begriffe das Urbild einer unermeßlichen Zeitdauer und ein Reflex der Ewigkeit, welche in ihrer wahren Form keinem Wesen eigen sein kann, als nur dem Einen, der Alles geschaffen hat.

Auch die höheren Ideen des Schönen, der Zweckmäßigkeit und

Digitized by Google

der Ordnung finden in der großen Natur ihre Vorbilder und Ideale. An nichts entwickelt sich der Sinn und das Verständniß für Schönheit besser als an der tieferen Betrachtung der Natur. Und was ist am Ende das Schönste, was der menschliche Geist hervorbringen kann als einige Arabesken, künstliche Blumen, oder sonstige Nachahmungen von Dingen, welche in der Natur unvergleichlich vollkommener existiren? Und was ist die Norm für alle Zweckmäßigkeit in den menschlichen Werken, als die Nachahmung und Benutzung der Natur, welche mit den einfachsten Mitteln das Vollkommenste hervorbringt?

Nicht nur Begriffe und Ideen werden durch das Studium der Natur entwickelt; auch Urtheile und Axiome werden berichtigt. War es nicht eine Art Axiom, welches Jahrtausende hindurch bis auf die letzten Jahrhunderte herrschte, daß unsere Erde nicht nur der Mittelpunkt, sondern auch nahezu das „Fac totum“ der ganzen Welt sei, und daß alles Uebrige wenig mehr als etwas Zierrath sei, so daß aus dem Himmelsraume nichts Greifbares, sei es auch nur ein Stein, herabkommen könne? Daß da oben gar ganze Continente, Ozeane, Planeten und Sonnen, größer als die unsrigen schwebten, wer hätte das auch nur für möglich gehalten? Wie gründlich hat sich diese Ansicht ändern müssen! Sicher hat Jupiter und Saturn weit mehr Ansprüche, als der vornehmste und Hauptplanet unseres Systems zu gelten, als unsere kleine Erde; und weit mehr dienende Satelliten umkreisen dieselben als es uns beschieden ist. Alles spricht dafür, daß auch die Bedingungen für das Gedeihen lebender und vernünftiger Wesen dort vollkommen ebenso gut vorhanden sind oder doch seiner Zeit sein werden, wie es hier der Fall ist. Unsere vermeintliche Suprematie erweist sich also als Illusion. — Als eine Axiom gilt es, daß die lebenden Geschöpfe und vor allen der Mensch, durch eigene innere Kraft leben müssen. Der Mensch strebt darnach, ein „self made man“ zu sein und sich selbst zu genügen. Und nun lehrt uns die Physik des Kosmos, daß die eigentliche Kraft und Energie, durch welche alles Leben auf der Erde gefristet wird, von der 150 Millionen Kilometer entfernten Sonne uns zugesendet werden muß, durch eine kosmische Post, welche diesen Weg in 8 Minuten zurücklegt. — Ein Axiom war es, daß jedes Ding, um fest zu stehen, eine Unterlage haben muß, auf welcher es ruhe. Daß es etwas geben könne, was mechanische Festigkeit und Stabilität in und durch sich selbst haben könne, das war man wohl geneigt als absurd zu erklären. Und nun sehen wir an jedem Himmelskörper, daß er nicht blos eine gewaltige Stabilität besitzt, sondern daß er vollkommen

Digitized by Google

ohne Unterlage lediglich in sich selbst ruht. — Ein Axiom war es, und ist es bei sehr Vielen noch, daß eine Schöpfung aus Nichts unmöglich sei. Nun lehrt uns das Studium des Kosmos allerdings nicht direct und empirisch das Gegentheil; allein es lehrt uns doch, daß, wenn dieses Axiom wahr wäre, jede vernünftige und den Geist befriedigende Aufklärung über den Ursprung der Dinge unmöglich wäre. Und ein wenig vernünftige Ueberlegung läßt uns erkennen, daß nur eine solche Schöpfung dem Kosmos seine Existenz verleihen konnte.

Auch noch höhere Lehren bietet uns das Studium des Weltgebäudes; wie denn überhaupt in allen Sphären der von dem einen Gott gesetzten Ordnung eine gewisse verwandschaftliche Aehnlichkeit des zu Grunde liegenden Planes sich ausspricht, so daß aus der einen auch Licht für die Erkenntniß des andern gewonnen werden kann. So findet sogar die christliche Ascese in der Astronomie ihre Anklänge; und diese lehrt uns ganz eindringlich die Fundamental-Tugend der Ascese, die christliche Demuth. So ein kleiner Erdbewohner, welcher zu sehr in der kleinen Welt des lieben „Ich" befangen ist, bildet sich ein, das eigentliche Centrum der Welt zu sein, und daß Alles sich auf ihn beziehen, gleichsam um ihn sich drehen müsse. Manchmal reichen auch anderweitige Erfahrungen nicht hin, diese etwas schiefe Geistesrichtung wieder gerade zu richten. Der kleine Mann soll aber nur ein wenig den großen Kosmos studiren; und er wird genug finden, um sein Urtheil richtiger stellen zu können. Welche Wichtigkeit kommt einem Menschen zu im Vergleich mit einem Lande — und mit der ganzen Erde? und was ist die Erde verglichen mit dem Planetensystem — und gar mit der ganzen Schöpfung? — Und nicht nur dreht sich Nichts um ihn, sondern er muß nolens volens mit seiner ganzen Person täglich um die Erdaxe sich drehen und zwar fast mit der Geschwindigkeit einer Kanonenkugel dabei sich bewegen. Sogar unserem Diener, dem Mond, zu Gefallen, müssen alle Menschen einen monatlichen Kreislauf mit etwa 13 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde durcheilen. Dazu kommt noch die Bewegung um die Sonne, die mit einer Geschwindigkeit ausgeführt werden muß, welche die einer Kanonenkugel ca 60 mal übertrifft. Und sind diese Bewegungen derartige, daß man doch weiß, wie die Bahn beschaffen ist, so kommt noch dazu, daß man auch mit dem ganzen Sonnensystem noch eine Reise mitmachen muß, von welcher man gar nicht weiß, wohin sie geht, ob die Bahn gerade oder krumm ist, ob wir in ganz leere Himmelsräume eindringen, oder in solche, wo schon andere Körper

Digitized by Google

existiren. Wir befinden uns offenbar in einer gewaltigen Maschinerie, von der wir uns einfach tragen lassen müssen, ohne auf die Lenkung den allergeringsten Einfluß üben zu können. Es möchte wirklich fast scheinen, das Alles sei absichtlich so eingerichtet worden, um den Menschen ein wenig Demuth zu lehren.

Aber, wird man entgegnen, des Menschen Größe beruhe auf dem Geist und der Wissenschaft, und nicht auf den imponirenden Dimensionen des Körpers! — Ja wenn das nur auch wahr wäre! Aber die moderne Wissenschaft scheint ja fast mit ihrem ganzen Gewicht darauf gerichtet zu sein, dem Menschen jeden Geist und jede Fähigkeit, welche nicht materiell wäre, abzusprechen! — Allein auch abgesehen davon, könnte uns auch in Hinsicht auf Wissenschaft durch das Studium des Kosmos einige Bescheidenheit gelehrt werden. Denn zunächst, wie Vieles giebt es auch in den einfachsten Dingen selbst der unbelebten Weltordnung, über welche wir mit Dubois-Reymond sagen müssen: „ignoramus et ignorabimus!“ Die Natur der Gravitation, auf welcher die ganze physikalische Ordnung ja Existenz des Kosmos beruht, ist uns etwas völlig Verborgenes und Unfaßbares. Die Beschaffenheit der Atome, jener allerersten und einfachsten Bausteine, aus welchen das Weltgebäude zusammengesetzt wurde, ist trotz aller Bemühungen auch der neuesten Physiker uns absolut unbekannt. Die Natur des Aethers, welcher Licht und Leben im Kosmos vermittelt, ist uns ebenso verborgen und unzugänglich; ebenso die Natur der Cohäsion, der Elektricität, des Magnetismus, der chemischen Affinität und vieles andere. Wie sehr aber diese unserer Erkenntniß sich gänzlich entziehenden Dinge bis zur Unzählbarkeit vermehrt werden, wenn wir auch noch andere Gebiete der Natur, die Reiche der lebenden und empfindenden Wesen und das höhere geistige Leben mit in Betracht ziehen, das bedarf keines Nachweises. Wenn man dies Alles und überhaupt das unendliche Reich der Wahrheit und des Geisteslebens recht betrachtet, dann könnte man wohl zur Ansicht gelangen, daß der Mensch in diesem Reich noch weit weniger sei, als er durch seine leibliche Erscheinung in der körperlichen Welt ist.

Aber auch selbst das, was wir wissen, enthält für uns hinreichende Motive zur Bescheidenheit. Welche Schwierigkeiten hat es gekostet, und welche Anstrengungen der besten Denker mußten durch Jahrhunderte gemacht werden, bis endlich einige der einfachsten Wahrheiten, wie z. B. über die wahre Anordnung und Bewegungen der Planeten, über die Existenz der Gravitation und des Luftdruckes

Digitized by Google

und über die wahre Bedeutung der Begriffe „Oben und Unten“ und andere viele erkannt wurden! Und die so hochgerühmte Macht der mathematischen Analysis, was kann sie Großes leisten? Sehr viele höchst einfache Aufgaben weiß sie gar nicht aufzufassen; und auch bei denjenigen, welche sie lösen kann, reicht oft der einfachste Neben-Umstand hin, eine Lösung unmöglich zu machen. Die Bewegung von drei Körpern“ vermag sie nur unter gewissen Bedingungen und in den einfachsten Fällen zu bemeistern; die Bewegung von vier Körpern unter dem Einfluß der wechselseitigen Anziehungen ist vollkommen über dem Bereich auch der höchsten Analysis gelegen. Was könnte sie also wohl leisten in Bezug auf die Bewegungen der vielen Millionen Himmelskörper, von welchen früher einmal (S. 239) die Rede war? Daß das Alles uns Bescheidenheit predigt, das wird merkwürdigerweise ganz vergessen; und im Gegentheil wird es von gar manchen Halbgelehrten verwendet als Stütze für einen unglaublichen geistigen Hochmuth, der alle früheren Generationen verachtet und sich so gerirt, als ob alle die etwelchen Fortschritte in der Wissenschaft von dem eigenen lieben Ich wären gemacht worden, und als ob gar Nichts mehr übrig sei, was uns noch verborgen wäre.

Doch das schönste und höchste, was wir aus der Erkenntniß der großen Natur gewinnen, das ist die Erweiterung und Vervollkommnung unserer Erkenntniß des Schöpfers selbst. Ebenso wie uns die Betrachtung dieses großen Werkes die Kleinheit und Unbedeutenheit aller geschaffenen Dinge erkennen läßt, ebenso verkündet sie die Herrlichkeit und Größe Dessen, der Alles gemacht hat. „Die Himmel verkünden die Herrlichkeit Gottes, und Seiner Hände Werk zeigt an das Firmament“, singt der Psalmist (Ps. 18). Wahre Wissenschaft und eine gründliche Betrachtung der Werke Gottes führt zu Gott, während eine halbe und oberflächliche Bildung leicht von ihm abführen kann.

Man muß indeß den Sinn dieser Wahrheit richtig auffassen, und darf z. B. nicht glauben, daß es Sache der Wissenschaft sein könne, uns Gott gleichsam als Werkmeister in einer groben und drastischen Weise vorzuführen, entsprechend gewissen kindischen Auffassungen oder auch manchen für ein ungebildetes Volk bestimmten anthropomorphisch gehaltenen Ausdrücken der heil. Schrift. Um die Stadt Norcia (das alte Nursium, Geburtsort des heil. Benedictus), wo die Gegend außerordentlich wild und voll schroffer Felsen ist, geht im Volksmund eine Art Sage. Man erzählt nämlich scherzweise, daß Gott, nachdem er den Erdball fertiggestellt hatte, sich die Finger abgestreift, und den erübrigten Lehm auf die Erde abgeschleudert habe; und davon seien

Digitized by Google

jene schroffen Felsen entstanden. Wenn man meint, daß in einer ähnlichen plumpen Weise der Schöpfer durch die Wissenschaft nachgewiesen werden könne, oder daß er etwa durch ein ganz besonders mächtiges Teleskop im Himmelsraume aufgefunden werden könne, dann wäre das eine kindische Thorheit. — Weniger roh, aber im Princip nicht viel richtiger ist die Ansicht, welche thatsächlich noch bei Vielen herrscht, daß Gott, um als Schöpfer der Welt gelten zu können, außer und neben der Wirksamkeit der dem Stoff mitgetheilten Kräfte auch noch vielfach in unmittelbarer wunderbarer Weise bildend und corrigirend in die rein physische Ordnung des Kosmos eingreifen müsse, damit diese bestehen könne. Das ist ein Irrthum; und auch die Auffassungsweise der heil. Schrift ist, wie wir bereits gesehen haben (vgl. S. 227 u. 233), eine ganz andere. Wenn aber Jemand diese Ansicht dennoch festhalten zu müssen glauben sollte, dann könnte es leicht geschehen, daß es einem solchen Forscher nicht recht gelingen würde, durch die Natur den Schöpfer nachzuweisen.

Hieher gehört eine interessante Anekdote aus dem Leben Laplace's. Als dieser große Gelehrte seine „Exposition du systeme du monde" dem ersten Consul Bonaparte überreichte, sagte dieser zu ihm: „Newton redet in seinem Werk von Gott; ich habe aber Ihr Werk schon durchgesehen und darin den Namen Gottes nicht gefunden." Darauf soll Laplace geantwortet haben: „Bürger, erster Consul, ich habe diese Hypothese nicht nothwendig." Diese Aeußerung ist dann in tendentiöser Weise vielfach verbreitet worden, indem man dieselbe so deutete, daß einem so eminenten Genie Gott nur eine Hypothese gewesen sei. Allein die Sache liegt anders; und es ist ein Verdienst des M^r. Faye, dieses klargestellt zu haben. Newton war in seinen kosmologischen Kenntnissen noch nicht so weit gelangt, daß er die Tangentialbewegung der Planeten aus rein physikalischen Kräften hätte ableiten können (S. 17), und so mußte er annehmen, daß der Schöpfer die erforderlichen Anstöße den einzelnen Planeten ertheilt habe. Auch war Newton noch nicht im Stande, die gegenseitigen Störungen der Planeten analytisch zu behandeln, und nachzuweisen, daß dieselben auch durch Jahrtausende währende Summirung nicht die Stabilität des ganzen System's gefährden könnten. Deshalb glaubte er, daß Gott von Zeit zu Zeit eingreifen müsse, um das Ganze wieder in Ordnung zu bringen. Laplace kam nun durch eine verbesserte kosmogonische Theorie, und durch Vervollkommnung der Analysis zur Einsicht, daß *für diese Zwecke* ein Eingreifen des Schöpfers nicht erforderlich sei, und so konnte er allerdings sagen

Digitized by Google

daß er eine solche Hypothese nicht bedürfe. Aber daß damit die Nothwendigkeit, einen Schöpfer überhaupt anzunehmen, geleugnet sei, das ist vollständig unbegründet. Ueberdies hat Laplace kurz vor seinem Tode den M: Arago gebeten, diese Anekdote aus den biographischen Berichten über ihn ganz zu tilgen. — So halten also auch wir fest an der Ueberzeugung, daß ohne einen Schöpfer die Welt weder entstanden sein noch auch bestehen könne; daß er aber neben der von ihm gesetzten Ordnung beständig von neuem in die Mechanik des Ganzen corrigirend eingreifen müsse, damit dieses in Ordnung bleibe, das halten wir für vollkommen unbegründet.

Man darf endlich auch nicht erwarten, daß die Wissenschaft zu Gott führe in der Weise, wie sie zu ihren eigenen Resultaten führt. Glaubt man durch rein wissenschaftliche Verfahren, etwa durch scharfsinnig angeordnete Experimente zu einem Resultat gelangen zu sollen, welches wissenschaftlich ganz unerklärbar wäre, und nur in einem unmittelbaren Eingreifen Gottes seine Erklärung finden könne, so daß man also zur Existenz Gottes geführt würde, wie man in gleicher Weise etwa zu einem Lehrsatz der Mechanik gelangt, so wäre das eine verkehrte Meinung. In dem Bereich der physikalischen Wissenschaften geht Alles streng nach den vom Schöpfer in den Stoff gelegten Kräften und Gesetzen vor sich[1]); und folglich können uns die rein wissenschaftlichen Untersuchungen nichts über diese hinausgehendes lehren. Es wäre aber auch des höchsten Geistes gewiß sehr unwürdig, wenn man dächte, über Ihn Untersuchungen anstellen zu können, wie man allenfalls in Betreff einer physikalischen Hypothese verfährt.

Wenn wir also sagen, daß die rechte Wissenschaft auch zu Gott führt, so heißt das nicht, daß dies auf jedem beliebigen Weg geschehen könne, den sich der Mensch in den Kopf setzen kann, mit der fixen Idee, daß es so geschehen müsse, oder überhaupt nicht geschehen könne. Aber auf dem Weg, der in der Natur der Dinge liegt, da kann Jeder zur Erkenntniß des Schöpfers gelangen, indem man nämlich aus den Werken durch einen einfachen Schluß zu dem Urheber derselben aufsteigt. Die Wissenschaft selbst lehrt ja doch, daß es keinen Proceß in der Natur geben kann, durch welchen Stoff hervor-

[1]) Anm. Nur in der höheren Ordnung der lebenden Wesen findet fortwährend ein Eingreifen des Schöpfers statt in der Erschaffung der Seelen, weil hiefür die Kräfte der Geschöpfe absolut nicht hinreichen können, und doch die Ordnung der Natur solches erfordert. Deshalb ist dieses Eingreifen auch nichts Uebernatürliches.

Digitized by Google

gebracht würde, oder auch nur die Menge des vorhandenen Stoffes vermehrt oder vermindert werden könnte. Also muß sie selbst gestehen, daß der Ursprung des Stoffes aus den Principien der Wissenschaft absolut unerklärbar ist. Da er nun aber doch einen hinreichenden Grund haben muß, so folgt daraus, daß der Stoff seine Existenz von einem anderen Princip erhalten hat, welches über dem Getriebe dieser kosmischen Maschinerie steht. Die einzige Ausflucht, daß der Stoff von Ewigkeit existiren könne, haben wir schon früher als gänzlich unhaltbar dargethan (S. 190...); und einen wissenschaftlichen Grund für solche Annahme gibt es auch nicht, als nur eben die Rathlosigkeit der gelehrten Herren gegenüber dem Räthsel der Existenz des Stoffes. — Ganz dasselbe sagt auch (wie bereits früher gezeigt wurde) eine verständige Philosophie. Denn da die Existenz des Stoffes weder in dessen Wesen noch überhaupt in der Natur der Dinge mit Nothwendigkeit begründet ist, so folgt, daß sie ihren hinreichenden Grund in einem über dem Stoff erhabenen Wesen haben muß, welches den Grund seiner eigenen Existenz in seiner Wesenheit hat; und das ist eben Gott. —

Ganz ähnlich lehrt die Wissenschaft, daß es keine Maschinerie geben kann — auch nicht unter Benutzung aller Naturkräfte —, welche Kraft oder Energie erzeugen könnte; daß vielmehr jede Maschine oder überhaupt Combination körperlicher Systeme nur soviel Energie (was im allgemeinen Sinn alle physikalischen Agentien, als mechanische Arbeit, Wärme, chemische Action, elektrischen Strom 2c. 2c. in sich begreift) leisten kann, als ihr vorher mitgetheilt wurde, sei es als actuelle oder als potentielle Energie. Durch keinen natürlichen Vorgang kann die Summe der in dem Universum enthaltenen Energien vergrößert werden. Damit ist doch auch schon ausgesprochen, daß der Ursprung dieser im Kosmos enthaltenen unermeßlichen Summe von Kräften nach den Principien der Wissenschaft keine Erklärung finden kann. Also — folgt nothwendig — ist diese Summe von Energie dem Stoff von einem außer und über ihm, und somit auch über den Gesetzen des Stoffes stehenden Wesen mitgetheilt worden, sei es als actuelle Bewegungs-, oder als potentielle Spannungs-Energie.

Wird man dagegen einwenden, daß die Existenz des Stoffes und der Kräfte einfach wissenschaftliche Postulate seien, welche durchaus nothwendig angenommen werden müssen, so ist damit wenig gesagt. Dieselben müssen nur insofern nothwendig angenommen werden, als

Digitized by Google

die Existenz des Kosmos mit Sicherheit erkannt ist; aber eine absolute und antecedente Nothwendigkeit kommt ihnen offenbar nicht zu. Existiren sie also dennoch, so kann das nur in der Thätigkeit des Schöpfers seinen Grund haben.

Daß ferner die tiefe Weisheit und wunderbare Zweckmäßigkeit, welche im ganzen Bereich der Natur waltet, nothwendig die Existenz eines höchst weisen Schöpfers verlangt, ist schon früher erwähnt worden (S. 202); und ebenso auch, daß der Darwinismus durchaus nicht im Stande ist, diese richtige Schlußfolgerung auch nur zu schwächen, weder in Betreff der unbelebten Natur noch auch in Hinsicht auf die belebte (ib. u. S. 203). Die Wissenschaft — sofern sie sich nicht selbst zur Dienerin vorgefaßter Ansichten macht — kann überhaupt diesen Beweis nur noch kräftiger erscheinen lassen, da wir durch sie unzählige Fälle kennen lernen, wo die wunderbarsten Wirkungen durch sehr einfache Mittel mit höchster Sicherheit erreicht werden. Es wäre doch gewiß sehr unlogisch und Sache der Willkür, wenn man diesen Nachweis eines höchst intelligenten Urhebers der Natur deshalb bestreiten wollte, weil die zur Anwendung gebrachten Mittel allzu einfach seien, als daß man dafür einen weisen Schöpfer als Urheber annehmen müßte. Und das wäre auch schon aus dem Grunde unlogisch, weil die verwendeten Mittel zwar von der einen Seite sehr einfach, anderseits aber doch auch so beschaffen sind, daß wir selbst mit Aufwendung alles Scharfsinnes nichts davon verstehen. Die Gravitation ist eine sehr einfach zu formulirende Kraft; aber von ihrer inneren Natur wissen wir ja gar nichts. Wir können also auch durchaus nicht behaupten, daß „die Mechanik der Gravitation" so überaus einfach sei. Und ebenso sollte die Elasticität und Repulsivkraft der Atome, die Cohäsionskraft, der Magnetismus und Elektricität ꝛc. als Dinge von der allerhöchsten Einfachheit angesehen werden. Und doch versteht von ihrer inneren Beschaffenheit und Natur auch der gelehrteste Professor gar nichts!

Einige andere Gründe für dieselbe große Wahrheit, welche aber mehr dem Gebiet der Philosophie als dem der Naturwissenschaft entnommen sind, wurden bereits früher aufgeführt (S. 201...; 208...). Es gibt außerdem noch viele andere „Beweise für die Existenz Gottes", deren jeder einem ruhig denkenden, nur die Wahrheit suchenden Menschen genügen könnte, deren Durchführung aber nicht zu unserem Gegenstand gehört. Nur einen möchte ich noch kurz erwähnen, weil er ein besonderes Interesse bieten dürfte, sofern seine Richtigkeit leider ge-

Digitized by Google

rade in unseren modernen Zeiten ganz besonders sich zu bewahrheiten scheint. Wenn man ohne Voreingenommenheit die Wirkungen betrachtet, welche der Mangel des Glaubens an Gott sowohl im Individuum als im socialen Leben und in ganzen Staaten naturgemäß allmählich hervorbringt, die Erniedrigung des ganzen Geisteslebens, den Egoismus und die Lieblosigkeit gegen die Mitmenschen ꝛc.: und anderseits den veredelnden ja beglückenden Einfluß, welchen die lebendige Ueberzeugung von Gottes Dasein und Walten bewirkt; dann muß man schon daraus allein zum Schluß gelangen, daß der Atheismus etwas Naturwidriges und folglich auch falsch sei. In Psalm 13. wird das Ergebniß einer solchen Studie sehr markant ausgedrückt: „Der Thor spricht in seinem Herzen: Es ist kein Gott. Verderbt sind sie geworden und abscheulich in ihrem Streben . . .“ Sehr bezeichnend wird gesagt: „In seinem Herzen“, als ob damit angedeutet werden solle, daß der Verstand aus sich nicht zu einer solchen Verirrung gelange, sondern in anderen Gebieten des Geisteslebens der eigentliche tiefere Grund des Unglaubens liege. — Es kann hier nicht unsere Absicht sein, diesen Gegenstand des weiteren zu behandeln, da wir ja eigentlich nur zeigen wollten, daß auch die Wissenschaft nicht nur nicht zum Unglauben führe, sondern vielmehr zu derselben großen Wahrheit, zu welcher von vielen Seiten her des Menschen Geist gedrängt wird.

Die Wissenschaft, und speciell die Astronomie, leistet aber noch etwas mehr, indem sie nicht nur für die Existenz des Schöpfers Zeugniß ablegt, sondern auch manche Eigenschaften desselben unserer Erkenntniß, ja selbst unserer Anschauung näher bringt. Wenn der Sternenhimmel so unermeßlich groß ist, daß selbst das Licht von den entferntesten Sternen zu uns in vielen Jahrtausenden nicht gelangen kann, wie groß muß dann der Schöpfer sein, der Alles gemacht hat! Wohl kann ihm als Geist eine räumliche Ausdehnung nicht in gleicher Weise zukommen, wie einem stofflichen Gegenstand; aber das hindert nicht, daß er diese Vollkommenheit der Immensität im Raum in einer höheren Weise („eminenter“) besitzt, und daß er somit auch als unmeßbar groß aufgefaßt werden muß. — Gibt es auf der kleinen Erde so furchtbare Gewalten von Stürmen, Lawinen, Vulkanen ꝛc., und sind diese wie Nichts im Vergleich mit der Energie der Rotation und der Bahnbewegung der Erde, und sind diese wiederum verschwindend klein im Vergleich mit der Energie der Sonne und aller Sterne; wie mächtig muß derjenige sein, der alle

Digitized by Google

diese Kräfte dem Weltstoff mitgetheilt hat! Auch diese Macht kann offenbar in Gott nicht in gleicher Weise existiren („formaliter“) wie im materiellen Kosmos; aber in höherer Weise (eminenter) muß die ganze Macht der Schöpfung im Schöpfer schon vorausbestanden haben. Ziehen wir aber dabei in Betracht, daß Gottes Macht nicht bloß dem Kosmos Energie mittheilte, sondern daß er den gesammten Weltstoff *aus Nichts geschaffen* hat; dann fehlt uns für eine solche Macht jeder Begriff, da eine solche Machtentfaltung nie Gegenstand unserer Erfahrung und Beobachtung war. Die christliche Philosophie lehrt aber, daß nur eine wahrhaft unendliche Macht im Stande ist, etwas zu erschaffen. — Und wie unbegreiflich groß muß die *Weisheit* des Schöpfers sein! Sollte der herrliche Plan der Schöpfung ganz in Folge der Naturkräfte sich entfalten, so mußte der Schöpfer vollkommen voraussehen, welche Entwickelungen aus einer anfänglichen Anordnung in Verbindung mit einer bestimmten Art von Kräften und Gesetzen bis in die spätesten Zeiten sich ergeben würden. Es würde also schon eine weit über unsere Begriffe erhabene Intelligenz dazu gehören, irgend einen, wenn auch sehr complicirten Anfangszustand auszudenken, aus welchem die Durchführung eines so herrlichen Planes sich entwickeln konnte. In Wirklichkeit ist nun aber nicht *irgend ein* Anfangszustand hergestellt worden, sondern ein solcher, welcher auch in sich eine wunderbare Einfachheit enthält. Daraus dürfen wir wohl schließen, daß dem Schöpfer alle in dieser Richtung denkbaren Combinationen mit höchster Klarheit vorgelegen haben, so daß er unter sehr vielen zweckdienlichen Anfangszuständen und Einrichtungen, den allereinfachsten wählen und zur Ausführung bringen konnte. Diese Voraussicht ist aber um so wunderbarer, als sie sich nicht blos auf die kosmischen Vorgänge im Großen beziehen mußte, sondern auch auf die geringsten Einzelheiten. Aus den Ur-Atomen bildeten sich die Atome der Elemente; und diese mußten gerade in einer zweckdienlichen Menge entstehen, so daß z. B. nachdem bei der Bildung eines Himmelskörpers alle mechanischen und physikalischen Kräfte ausgetobt hatten, und alle chemischen Actionen vollzogen waren, doch noch von dem gefräßigen Sauerstoff gerade so viel übrig blieb, wie es für das Leben von Thieren und Menschen nothwendig war. Und dem energischen Sauerstoff mußte auch noch gerade so viel von dem trägen Stickstoff beigemengt bleiben, als erforderlich ist, um unlöschbare Brände, welche Alles zerstört haben würden, zu verhüten. Und die erübrigende Atmosphäre mußte auch

Digitized by Google

gerade diese kaum erkannte wunderbare Art von Diathermansie besitzen, daß die erwärmenden Strahlen der Sonne hereingelassen werden, die abkühlende Ausstrahlung der Erde dagegen zum größten Theil aufgehalten wird — eine Einrichtung, ohne welche, wie Langley in seinen neueren klassischen Untersuchungen nachweist, auf unserer Erde eine Temperatur von —100° bis —200° C. herrschen würde. Wo ist je von einem erfinderischen Menschen ein so sinnreicher Mantel erdacht worden?! So gibt es eine Menge von wunderbaren Einrichtungen, die kein geschaffener Geist hätte ausdenken können, und deren jede doch nothwendig war, um das organische Leben gedeihen zu lassen. Und alles das mußte sich aus einem Anfangszustand durch rein physikalische Kräfte ohne ferneres Eingreifen und Ordnen des Schöpfers entwickeln. Und dies Alles betrifft doch nur die rein physikalische Ordnung der Natur. Daß in der belebten Natur noch ganz andere Vorkehrungen von unvergleichlich wunderbarerer Weisheit getroffen sind, das kann kein wahrhafter Kenner der Natur in Abrede stellen.

Die Natur im Großen bietet uns überdies nicht blos gleichsam einen Reflex oder Abbild von manchen Vollkommenheiten Gottes, sondern auch von der Harmonie unter denselben. Wie ist im Kosmos die riesige Gewalt im Großen vereint mit Zartheit und Lieblichkeit im Kleinen! — Wie ist unbeugsame Strenge in der Befolgung der Gesetze gepaart mit einer väterlichen Vorsorge und Güte, — welche dann sogar Veranlassung gab zu dem Lieblings-Aberglauben von der „Mutter Natur"! — Wie ist eine fast unermeßliche Geschwindigkeit und Behendigkeit der Bewegungen, verbunden mit wunderbarer Ruhe und Majestät — ja fast Unveränderlichkeit — des Ganzen! ꝛc.

So finden wir, daß nicht nur die verschiedenen Bereiche der Schöpfung zahlreiche Aehnlichkeiten und Analogien unter sich bieten, so daß aus dem einen Licht gewonnen werden kann für die Erkenntniß des anderen, sondern eine gewisse Aehnlichkeit, und ein unseren Begriffen angemessener Abglanz des Schöpfers selbst leuchtet uns daraus entgegen. So verkündet uns die Sonne in mancher Hinsicht als schwacher Reflex die Herrlichkeit des Schöpfers, wie schon einmal erwähnt wurde. Man könnte aber fast sagen, daß sie uns sogar einen Reflex von dem unzugänglichsten und Gott-innersten Geheimniß der heiligen Dreieinigkeit biete. Denn wie die Sonne ein überaus mächtiger Himmelskörper ist, welcher durch seine Kraft das ganze

Digitized by Google

System zusammen- und in Ordnung hält, so ist sie auch zugleich eine Alles ohne Vergleich überstrahlende Quelle von Licht und Wärme. Und auch die Strahlung der Sonne hat diesen dreifachen Charakter, indem sie nicht nur mechanische Energie ist, welche chemische und andere Wirkungen hervorbringt, sondern auch Licht- und Wärmeschwingungen. Und diese drei sind in ihrem Wesen nicht verschiedene Dinge, sondern nur Eins, nämlich Energie und Kraft. — Sehr wahr konnte also der heil. Paulus sagen (Röm. 1,20), daß „das Unsichtbare Gottes.... aus den geschaffenen Dingen erkannt und geschaut" wird, und daß „wir jetzt gleichsam wie in einem Spiegel" (1. Cor. 13, 12) aus der Natur Gott erkennen.

Wenn so das Studium des Kosmos für unsere Vorstellung eine lichtvollere Erkenntniß des Schöpfers gewährt, so hat anderseits für den Verstand doch wieder die philosophische Betrachtung den Vorzug, daß sie uns den klaren Nachweis liefert, daß der Schöpfer nach seinem Wesen das „Nothwendig-Seiende" ist („Ich bin der ich bin....." Exod. 3. 14.), und daß er deshalb nicht blos unbegreiflich groß, mächtig und weise ꝛc., sondern daß er absolut unendlich sein muß in jeder Hinsicht. Ist aber dies einmal erkannt, dann verschwindet manches Räthsel des Kosmos, welches uns sonst unlösbar sein würde. Denn eine unendliche Weisheit erkennt Alles aufs vollkommenste, was irgendwie wahr ist („Die Haare eures Hauptes sind alle gezählt" Luc. 12. 7.); und eine unendliche Macht kann offenbar Alles mit Leichtigkeit bewirken, was nicht einen inneren Widerspruch in sich selbst enthält („Nichts ist unmöglich bei Gott" Luc. 1. 37. und Matth. 19. 26.) Nun mag uns z. B. die Erschaffung aus Nichts allerdings unbegreiflich sein; einen inneren Widerspruch enthält sie doch offenbar nicht. Also ist gar kein Grund, weshalb ihre Wirklichkeit geleugnet werden sollte — sofern man eben überhaupt ein höchstes Wesen annimmt. Dies mögen auch diejenigen überlegen, welche meinen, die Idee Gottes, welche das Christenthum lehrt, sei zu kindisch und kleinlich. Allerdings ist Gott gütig und lieblich im Kleinen; aber das hindert nicht, daß er in sich der absolut Unendliche ist. Mit allen hohen Phrasen vom „großen Baumeister der Welt" reichen die Gegner nicht von ferne auch nur zum Verständniß der erhabenen Idee Gottes, welche die christliche Philosophie lehrt.

Wir sind also wohl weit davon entfernt, daß die Wissenschaft dem Glauben an Gott und eine höhere Weltordnung zuwider sei. Im Gegentheil sie führt zu Gott; und sie bringt Ihn uns sogar

Digitized by Google

— unsern materiellen Vorstellungsweisen entsprechend — einigermaßen zur Anschauung. Und anderseits ist diese höhere Erkenntniß nicht nur den tiefen wissenschaftlichen Forschungen absolut in nichts zuwider oder hinderlich und störend, sondern sie verbreitet neues Licht über viele großen Fragen, welche uns sonst für immer vollständig verschlossen und unlösbar sein würden. Durch die Erkenntniß des Schöpfers wird allerdings unsere ganze Anschauung von der Natur, ja das ganze Geistesleben, unendlich tiefer und weiter; aber das ist kein Grund, einen Gegensatz darin zu finden. Wie die astronomischen Kenntnisse unserer Vorfahren, welche mit unbewaffnetem Auge gewonnen wurden, fast unendlich erweitert wurden, nachdem mächtige Teleskope und Stern-Spektroskope uns Kunde aus den unergründlichen Tiefen des Himmelsraumes brachten, und doch beide Arten von Kenntnissen sich harmonisch zu einander fügten; ebenso verhält es sich auch mit der Erkenntniß Gottes und der höheren Weltordnung im Verhältniß zu den nur auf Experimente gestützten Lehren der Wissenschaft.

Gilt dies Alles nun schon für die rein physikalische Ordnung des Kosmos, so gilt es offenbar in noch weit höherem Grad für die organische und belebte Natur. Die Apostel des modernen Materialismus meinten, ihrer Sache auf dem Gebiete der unorganischen Natur durch die kosmogonischen Theorien von Kant, Laplace ꝛc. schon vollkommen sicher zu sein. Mit der Lehre Darwin's zeigte sich ihnen eine Aussicht, auch in Hinsicht auf das Pflanzen- und Thier-Reich, ja sogar den Menschen, ihre atheistische Ansicht ganz in ähnlicher Weise und Methode zum vermeintlichen Sieg zu verhelfen. Dies war der eigentliche Grund, weshalb die Lehre Darwin's von solchem Publicum mit so überschwenglichem Jubel begrüßt wurde. Nun aber sehen wir, daß wir auch selbst auf dem Gebiete der unbelebten Natur trotz aller wissenschaftlichen Kosmogonie sehr weit davon entfernt sind, „ohne den Schöpfer fertig werden" zu können. —

Es ist also gewiß sehr betrübend, wenn man sehen muß, wie diese herrlichen Wissenschaften wohl in sich selbst immer weiter ausgebildet werden, wie aber die tiefere Bedeutung und die höhere Weihe derselben, welche eben in der Beziehung zum Schöpfer gelegen ist, von so vielen Gelehrten mißkannt, ja grundsätzlich und mit Tendenz ausgeschlossen wird. Es ist das ein sehr merkwürdiges cultur-historisches Factum, dessen tiefere psychologische Erklärung sehr lehrreich sein müßte. Noch betrübender aber ist, daß diese Geistesrichtung vie-

Digitized by Google

ler Gelehrten in dem großen Publicum der „Gebildeten“ eine so allgemeine Zustimmung ja Verschärfung gefunden hat, so daß es bereits fast als ausgemachtes Axiom gilt, daß wahre Wissenschaftlichkeit nothwendig die Ueberzeugung von Gottes Existenz umstoße und ausschließe. — Wenn man indeß die Sache gründlicher betrachtet, so findet man, daß bei dieser traurigen Entwickelung des menschlichen Geisteslebens in Wirklichkeit die wahre Wissenschaft nicht das entscheidende Moment ist, sondern daß sie vielmehr auf einem gewissen Auctoritäts-Glauben beruht, mit welchem die „Gebildeten“ auf die „Gelehrten“ sich stützen, und diese wiederum durch die allgemeine Richtung der wissenschaftlichen „öffentlichen Meinung“ sich getragen fühlen. Allein ich dächte, in unsern Zeiten sei es doch ein starker Anachronismus, daß man in so wichtigen Dingen von einem Auctoritätsglauben gegen einfache Menschen sich leiten lasse nach dem Princip des: „Ipsi dixerunt“. Wir haben ein Recht, nach den Gründen zu fragen, auf welche solche Behauptungen sich stützen. Doch da fragen wir vergebens. Es gibt — wie schon einigemale bemerkt — absolut keine wissenschaftlichen Gründe gegen jene höheren Lehren; und es kann keine geben, da die Wissenschaft mit ihren Erkenntnißmitteln gar nicht an solche Fragen heranreichen kann. Nur das Eine kann die Wissenschaft mit Recht behaupten, daß im Bereich der ganzen Natur — soweit wir sie kennen — Alles streng nach bestimmten Gesetzen geht, und daß man bei so unendlich vielen Experimenten noch nie auf eine geistige Seele oder auf Gott gestoßen sei. Das ist ganz wahr; aber es beweist nichts, wie wir schon zur Genüge gezeigt haben. Die Wissenschaft schließt ja schon a priori alle Fragen, welche über materielle Vorgänge hinausgehen, gänzlich von ihrem Gebiet aus. Und dann will man doch wieder aus dem Factum, daß die wissenschaftlichen Untersuchungen nie etwas höheres zu Tag gefördert haben, den Schluß ziehen, daß nichts derartiges existirt. Ein Kind sieht die logische Unrichtigkeit dieses „circulus vitiosus“. Und doch ist es factisch der Gedankengang, welcher dieser ganzen materialistischen Geistesrichtung zu Grunde liegt. Und auf so nichtigen Grund hin wird dann von so zahllosen Menschen die Ueberzeugung von der Geistigkeit und Unsterblichkeit der Seele, und von der Existenz Gottes und einer höheren Weltordnung einfach über Bord geworfen! —

Einigermaßen entschuldigt kann ein solches Verfahren werden dadurch, daß wir durch die Wissenschaft in Bezug auf Beweise etwas verwöhnt sind. Nachdem so zahllose wissenschaftliche Wahrheiten durch

Digitized by Google

Beweise von fast mathematischer Schärfe erhärtet sind, möchte man sich für berechtigt halten, jeder Erkenntniß, welche nicht mit dieser Art und diesem Grad von Evidenz sich präsentirt, die Anerkennung zu verweigern und den Geist zu verschließen. Wie thöricht aber, und wie verderblich ein solches Princip wäre, ist schon einmal eingangs hervorgehoben worden (S. 5). Auch würde die Unparteilichkeit verlangen, daß ein solches skeptisches Verfahren nicht blos einseitig gegen alle höheren Lehren angewendet würde, sondern auch gegen die ungläubigen Behauptungen des Materialismus. Dann würde man sehen, wie nichtig dieselben sind.

Es mag auch sein, daß ein gewisser Empirismus, auf welchen ja die Wissenschaft so sehr sich steift, und der in derselben zum Rang der höchsten Norm aller Erkenntniß erhoben worden ist, einigermaßen in der Natur des Menschen liegt, so daß eine volle und lebendige Ueberzeugung von einer objectiven Wirklichkeit nur dann gewonnen werden kann, wenn dieselbe nicht blos auf theoretischem Weg, sondern auch in irgend einer Weise experimentell und durch concrete Thatsachen sich darbietet. Indessen ist doch dagegen zu bemerken, daß für einen vernünftig denkenden Menschen auch ein mehr weniger theoretischer oder philosophischer Weg hinreichen müßte, wenn allenfalls der Gegenstand der Erkenntniß seiner Natur nach einen experimentellen Nachweis ausschließen sollte. Allein es gibt auch einen ganz ausgiebigen empirischen Beweis für die ganze höhere Weltordnung, an welcher wir festhalten; und derselbe liegt in dem, was wir den „historischen Beweis für das Christenthum" nennen. Daß diese Thatsachen vor ca 18 Jahrhunderten sich ereigneten, und nicht nach Belieben zu jeder Zeit wiederholt werden können, das kann für einen vernünftigen Menschen, der nicht alle historische Wahrheit leugnet, kein Grund zum zweifeln sein. — Und ferner gibt es auch wirklich noch eine gewisse empirische Erkenntniß des höheren Geisteslebens. Dieselbe ist sogar bei vielen Heiligen und unzähligen Martyrern so kräftig gewesen, wie kaum die Ueberzeugung von den evidentesten natürlichen Wahrheiten, so daß sie dafür selbst ihr Leben hingaben. Doch kann solche innere Erleuchtung und Intuition nicht nach Belieben von Jedermann gewonnen werden; es muß vielmehr auch dafür eine gewisse Schule eigener Art vorausgehen, wie ja auch wissenschaftliche Experimente nur von Solchen ausgeführt werden können, welche eine geeignete Schulung durchgemacht haben. Wenn also eine solche Art der Erkenntniß dem Geist sich nicht darbietet, so ist das kein Grund für die Leugnung der höheren Wahrheiten, sondern nur für

Digitized by Google

die Annahme, daß vielleicht dem Geist die für eine solche Intuition erforderliche Disposition und Vorbereitung abgehen könnte.

Wenn nun die Vertreter des Materialismus sich etwas über die reine Empirie erheben, und einige philosophische Betrachtungen zu Hilfe nehmen wollten — was ja kaum noch zu geschehen pflegt —, dann könnten sie allenfalls noch ein paar andere Scheingründe ins Gefecht bringen, nämlich daß sowohl die Existenz eines Schöpfers durch sich selbst und von Ewigkeit, als auch die Existenz einer geistigen Substanz (Seele), als auch die Schöpfung aus Nichts für uns gänzlich undenkbar seien, und folglich unwahr sein müßten. — Allein es genügt zu bemerken, daß die hier bis zu einem gewissen Grad vorhandene Undenkbarkeit nur in einer Unfähigkeit des Vorstellungs-Vermögens besteht, sich den Gegenstand anschaulich zu machen; aber nicht darin, daß der Verstand einen inneren Widerspruch in demselben fände. Es ist aber klar, daß nur eine Undenkbarkeit dieser letzteren Art einen Beweis für die Unrichtigkeit einer Ansicht abgeben kann, nicht aber die erstere Art. Und auch selbst die Unfähigkeit des Vorstellungsvermögens ist vorzugsweise begründet in dem Mangel an geeigneten analogen Begriffen und Anschauungen, welcher Mangel eben in dem Abgang aller und jeder Erfahrung über ähnliche Gegenstände oder Vorgänge seinen Grund hat. Speciell betreffs der Seele vergleiche man auch das S. 199 Gesagte. — In Bezug auf die ewige Existenz Gottes ist ebenfalls bereits früher (S. 190) hervorgehoben worden, daß es im Gegentheil undenkbar — und zwar in sich logisch undenkbar — ist, daß nicht irgend ein Wesen von Ewigkeit her existire. Ein solches kann aber nur ein „Ens necessarium", ein „Nothwendig-Seiendes", und somit unendlich Vollkommenes sein, d. i. Gott. Daß dieses Wesen aus sich selbst existiren muß, das wird vom Verstand als ganz nothwendig erkannt. Die Schwierigkeit, welche der Verstand bei dieser Erkenntniß empfindet, ist nur eine von denen, welche schon einigemale besprochen wurden (cf. S. 276... 287...). Unsere Erfahrung erstreckt sich auf keine anderen lebenden Wesen als solche, welche einmal entstanden sind, und dann von unvollkommenen Zuständen zu vollkommeneren sich entwickelt haben. Deshalb hält man das nun für ein Axiom von ganz allgemeiner Giltigkeit und absoluter Nothwendigkeit; und sonach wendet man es denn auch ohne weiteres auf den Schöpfer an, der doch seiner Idee und seinem Wesen nach niemals einen Anfang gehabt, und ebendeshalb auch nie einer Vollkommenheit ermangelt hat. Man überträgt also ein Erfahrungsprincip auf ein Wesen, für welches un-

Digitized by Google

sere Erfahrung gar keine Berechtigung hat. Man wendet einfach den Maßstab des Geschöpfes auf den Schöpfer an; und weil er da nicht paßt, hält man sich für berechtigt, die Existenz des Schöpfers ganz zu leugnen. Im Grunde läugnet man also den Schöpfer nur deshalb, weil er nicht so ist wie die Geschöpfe. Das ist doch wohl ein logisch nicht richtiges Verfahren und einem richtig denkenden Verstand wenig angemessen. — Aber auch selbst für die Vorstellung ist die Schwierigkeit dieser Erkenntniß nicht so unbegreiflich. Denn sie ist am Ende für die Vorstellung nicht schwieriger zu denken als den früheren Gelehrten ein Körper war, der ohne fremde Unterlage in sich selbst ruht; und doch lehrt uns jeder Himmelskörper, daß es unzählige solche Körper gibt. Und hätten wir nicht so zahllose Erfahrungen über die Fortpflanzung der Organismen, wir würden die in Zahl und Zeit unbegrenzte Vervielfältigung aus einem Samenkorn am Ende ebenso unbegreiflich finden, wie uns jetzt die Schöpfung aus Nichts erscheint.

Fassen wir Alles zusammen, so können wir also wohl mit aller Sicherheit an der Ueberzeugung festhalten, daß die Wissenschaft gar nichts vorbringen kann, was irgendwie einen Grund gegen die Existenz Gottes enthielte; und daß es eitel Humbug und eine reine „fable convenue“ ist, welche Gebildete und Ungebildete einander nachsprechen, daß eine tiefere Wissenschaft dem Glauben an Gott widerstreite. —

Der Christ weiß, daß es außer der Wissenschaft noch einen andern Weg gibt, auf dem wir noch weit sicherer und vollkommener zur Erkenntniß Gottes gelangen. Gottes Güte geht so weit, und Er hat den Menschen so hoch geschätzt, daß es Ihm nicht genug war, demselben blos „Schöpfer“ zu sein, wie er es ja auch für die Thiere ist. Er hat ihm mehr sein und näher stehen wollen; und deshalb genügte es Ihm nicht, blos durch die vielen Reflexe und Analogien in der Natur uns seine Erkenntniß zu vermitteln. Aus den unendlichen Schätzen seiner Weisheit hat Er uns noch weit höhere Wahrheiten geoffenbart als die Natur ausdrücken kann. Und auch seine Allmacht hat Er, um uns unvergleichlich höhere Wohlthaten mitzutheilen, in einer Weise wirken lassen, welche den Bereich der natürlichen Kräfte, die wir im Kosmos finden, weit übersteigt; — fast könnte man sagen, Er habe die Allmacht erschöpft, da er fast bis zur Grenze des absolut Möglichen gegangen ist. Diese höhere Ordnung ist allerdings über die Natur erhaben, und übersteigt in Vielem den gewohnten Lauf derselben, wie wir ihn aus der Erfahrung und wissenschaftlichen Untersuchungen kennen. Deshalb sind manche von den

Digitized by Google

Axiomen, welche sich auf diese Erfahrungen stützen, auf jene höhere Ordnung nicht anwendbar. Dennoch liegt darin nicht ein eigentlicher Widerspruch, vielmehr eine weitgehende Harmonie. Gleichwie das herrliche blaue Himmelszelt sich so schön über der grünen Flur emporwölbt, als ob es zu derselben gehörte, um ein prächtiges Landschaftsbild damit zu geben; und wie nicht der geringste Widerstreit zwischen beiden besteht, obgleich das Firmament in unermeßlicher Entfernung über der Landschaft schwebt; ebenso gehen auch die Wahrheiten der Offenbarung weit über unsere natürlichen Kenntnisse hinaus, und erweitern dieselben, ohne daß deshalb ein Widerstreit sich ergäbe. Die scheinbaren Widersprüche sind nur Schwierigkeiten, welche darin ihre Lösung finden, daß unsere wissenschaftliche Untersuchungen und Erfahrungen eben nicht das ganze Reich der Wahrheit umfassen, sondern sich nur auf den gewöhnlichen uns zugänglichen Lauf der Dinge beziehen, und daß dementsprechend unsere Begriffe von den Dingen und unsere Kenntnisse, die wir aus den Erfahrungen ableiten, nicht die innerste Natur der Dinge richtig darstellen, sondern nur die Erscheinungsweisen, in denen sie sich im gewöhnlichen Lauf der Natur unserer Erfahrung darbieten. So war ja auch die Vorstellung von „Oben und Unten", und von der jedem Körper unerläßlich nothwendigen Unterlage, in der Erfahrung wohlbegründet; und dennoch wurde diese Erfahrung durch erweiterte Einsicht als eine beschränkte, nicht allgemein giltige dargethan. Konnte solches innerhalb des Bereiches der wissenschaftlichen Forschungen selbst geschehen, weshalb nicht vielmehr noch in einer darüber erhabenen Ordnung der Dinge, welche der Schöpfer begründen wollte? —

Diese höheren Erkenntnisse werden leider von so Vielen zurückgewiesen, eben aus dem Grunde, weil sie sich den dem gewöhnlichen Laufe der Dinge entnommenen wissenschaftlichen Doctrinen nicht fügen und unterordnen, und weil weder der Astronom, noch der Chemiker noch der Mathematiker ꝛc. in seiner Wissenschaft Aehnliches je gefunden hat. Ist das vernünftig? und dem so viel gepriesenen Durst des menschlichen Geistes nach Wahrheit und Einsicht entsprechend? Und dennoch nennen sich solche Leute „Aufgeklärte" und „Lichtfreunde". — Es fehlt ihnen im Grund der Muth, um die hohen Aufgaben und Ziele, welche dem Menschen aus dieser höheren Ordnung naturgemäß erwachsen, anzuerkennen und auf sich zu nehmen; und dennoch glauben sie sich „starke Geister", „esprits forts" nennen zu dürfen. — Ebenso hat ja auch einmal ein hervorragender Professor bei

Digitized by Google

Gelegenheit seiner Wander-Vorträge in Wien, behauptet, sein — man darf wohl sagen — thierischer Standpunkt des extremen Darwinismus, in welchem das ganze unendliche Reich der Ideen und Wahrheiten auf einige Vibrationen im Gehirn der Thierspecies „Mensch" zusammenschrumpft, das sei der eigentlich ideale Standpunkt menschlicher Bildung und Wissenschaft. — Wie man sieht, wäre es auch hier nöthig — wie Pius IX. sagte — daß den Worten ihr wahrer Sinn wieder gegeben würde. —

Wir aber werden dem auch von diesem großen Papst aufs neue sanctionirten Grundsatz treu bleiben, daß zwischen wahrer Wissenschaft und christlicher Offenbarung kein Widerspruch besteht und bestehen kann. Hoffentlich wird der einsichtsvolle Leser aus den obigen Betrachtungen einige Anhaltspunkte entnehmen können, um diesem so vernünftigen Grundsatz — wenn auch nicht mit größerer Entschiedenheit, so doch — mit etwas klarerer Einsicht in die Motive, anzuhangen. Damit wäre der Hauptzweck dieser Erörterungen erreicht.

XII. Nachträge und Berichtigungen.

Da die vorstehenden Abhandlungen nur sehr langsam auf einander folgend erschienen sind, so daß darüber eine Zeit von fast vier Jahren vergangen ist, so sind inzwischen schon manche kritische Bemerkungen erfolgt. So erschienen in der Zeitschrift „Observatory" zwei ansehnliche Artikel von Rd Mr. W. J. Crofton, von denen der erste (vol. X. 1887 p. 200..) über die kosmogonische Theorie im Allgemeinen handelt, der zweite (ib. p. 295 ...) über die Theorie der Sonne. Beide sind im Allgemeinen recht beifällig gehalten. Ebenso erschienen in der englischen Zeitschrift „Nature" zwei längere Artikel (Nr. 927 und 928) von M. A. Clerke, welche in gleicher Weise diese beiden Theorien behandelten. In dieser Kritik wird auch Manches scharf getadelt, so daß ich es für nöthig halte, darauf zu erwidern und zu zeigen, wie wenig diese Bemängelungen gerechtfertigt sind; auch von andern Seiten gingen mir kritische Bemerkungen zu. Meine Entgegnungen und noch einige nachträgliche Bemerkungen werde ich hier folgen lassen, einfach in derselben Ordnung wie es den Abhandlungen selbst entspricht.

Ein gewisser Herr W. S., der sich selbst einen „Gelehrten" nennt, hat in einer größeren Broschüre die Ansicht, daß die Gezeiten nur in Kraft der damit verbundenen Reibung oder Brandung verzögernd

Digitized by Google

wirken können, (S. 48) eine „ganz ungeheuerliche" genannt — wie denn auch die sonstige Ausdrucksweise der Broschüre sehr stark von der unter Gelehrten üblichen abweicht. Der Herr Gelehrte kann sich beruhigen, die Ansicht ist vollkommen correct. Deshalb wird ja auch, namentlich in englischen Werken, wenn es sich um diese Wirkung handelt, nicht einfach den Ausdruck „Tides", sondern „Tidal Friction" d. h. „Gezeiten-Reibung" gebraucht. Wäre bei den Gezeiten keine Reibung vorhanden, so wäre gar keine Ursache zu finden, durch welche die Erde in ihrer Rotation eine Hemmung erleiden könnte. Ebenso ist einleuchtend, daß der Fluthberg, falls kein Reibungswiderstand bestände, genau im Meridian des Mondes stehen müßte und folglich die Tangentialbewegung des Mondes nicht alteriren könnte. Wenn aber dem Mond keine Energie mitgetheilt wird, und keine Reibung stattfindet, dann verlangt das Princip der „Erhaltung der Kraft", daß auch die Rotations-Energie der Erde unverändert bleibe.

Auch die englische Kritik in „Nature" richtet einen Tadel gegen meine Behandlung der Gezeitentheorie, aber in einer sonderbaren Weise. Man nimmt an, ich bestreite die Ansicht, daß die gleiche Dauer der Rotation und des Umlaufes des Mondes durch die Gezeiten bewirkt werde; und dann wird gesagt, daß diese Ansicht doch richtig sei. Nun ich habe dieselbe nie im entferntesten bestritten; und ich weiß nicht, auf welchen Grund hin der Kritiker solches von mir meint. Ich bestreite nur, daß die von der Sonne auf den Planeten erzeugte Fluth so gewaltige Wirkungen gehabt haben könne, wie sie für die von einigen Gelehrten ausgesprochene Hypothese (S. 46...) nothwendig angenommen werden müßten. Nebstdem halte ich auch die Ansicht Darwin's für sehr unwahrscheinlich, nach welcher die Fluth, welche der Mond auf der Erde erzeugt, deren Rotationszeit von weniger als 3 Stunden auf 24 Stunden gebracht habe. Aber daß der Mond einige retardirende Kraft auf die Erde ausübe, das sage ich ausdrücklich und mehrmals (ib. S. 47, 48; 176, 178). A fortiori muß die retardirende Wirkung der Erde auf den Mond anerkannt werden. Es ist leicht nachzuweisen, daß der Fluthberg auf dem Mond ca 36 mal höher sein mußte, als der auf der Erde vom Mond erzeugte. Und da zudem das Trägheitsmoment des Mondes mehr als 1000 mal kleiner ist als das der Erde, so ergibt sich, daß jene Fluth die Rotation des Mondes in einem nahezu 10000 mal stärkeren Verhältniß retardiren mußte, als gleichzeitig die Erdrotation durch die Wirkung des Mondes verlangsamt wurde. Das ist doch wohl ein starker Un-

Digitized by Google

terschied. Und folglich kann man nicht daraus, daß ich den Einfluß des Mondes auf die Erde als gering bezeichne, den Schluß ziehen, daß ich einen starken Einfluß der Erde auf den Mond bestreite. Ueberdies sage ich auch noch (S. 61) ausdrücklich das Gegentheil.

Nebstdem wird mir auch vorgeworfen, ich hätte Darwin die Ansicht zugeschrieben, daß ursprünglich die Umlaufszeit des Mondes kürzer gewesen sei als die Rotationsdauer der Erde. Das sage ich aber nirgends. Nur hatte ich keine positive Aeußerung Darwin's darüber zur Hand und bekämpfe deshalb die Ansicht für beide Fälle. Ich sage auch ausdrücklich, daß die Ansicht Darwin's von der kurzen Umlaufszeit des Mondes (3 4 Stunden) nur haltbar wäre, wenn der Erde eine noch kürzere Rotationsdauer zugeschrieben wird; damit sage ich aber doch sicher nicht, daß Darwin das Gegentheil behauptet habe.

Was die Gezeiten-Theorie Darwin's selbst betrifft, so habe ich dagegen nur eine sehr naheliegende Schwierigkeit (S. 47) vorgebracht. Es ließen sich dagegen aber noch viele starke Gegengründe geltend machen. Eine Bemerkung scheint aber noch nothwendig zu sein, damit die kosmogonischen Speculationen, zu welchen jene Theorie führt, in's rechte Licht gestellt werden. Darwin geht aus von dem gegenwärtigen Zustand, da durch die Gezeiten sowohl die Erdrotation als auch der Umlauf des Mondes retardirt wird, und gelangt so, nach physikalischen Gesetzen rückwärts schließend zu einem Verhältniß, bei welchem sowohl jene Rotation als auch dieser Umlauf $5^1/_2$ Stunden gedauert habe (NB. in einem Citat aus Philos. Transaction von 1879 in Epping „Kreislauf" fand ich, daß Darwin den Umlauf zu 3—4 Stunden angenommen habe), und der Zwischenraum zwischen Erde und Mond nur 5000 engl. Meilen betragen habe. Dann geht Darwin noch weiter und spricht die Hypothese aus, daß ursprünglich beide Körper nur eine Masse waren, und in Folge einer übermäßig gewordenen Rotations-Geschwindigkeit die Erde den Mond von sich abgeschleudert habe. Danach sei dann durch das Spiel der Gezeiten sowohl die Entfernung und Umlaufszeit des Mondes als auch die Rotationsdauer der Erde größer geworden, bis der gegenwärtige Zustand der Dinge erreicht worden sei.

Dies sind Speculationen, welche durch ihre mathematische Behandlung für einen Theoretiker recht interessant sein werden, die aber ihrer physischen Unterlage nach gewiß nicht der Wirklichkeit entsprechen. Das Princip, daß man aus gegenwärtigen Zuständen nach physikalischen Gesetzen rückwärts schließen muß, ist gewiß sehr

Digitized by Google

richtig, und ist auch von uns reichlich angewendet worden. Allein damit ist nicht gesagt, daß man eine Klasse von Erscheinungen (die Gezeiten) rückwärts verfolgen dürfe ohne Rücksicht auf gleichzeitige Wirkungen anderer Agentien; sonst würde man sicher auf frühere Zustände geführt werden, welche niemals existirt haben. So würden die Erscheinungen der Gezeiten, wenn sie für sich isolirt und auf unbegrenzte Zeiträume rückwärts verfolgt werden, möglicherweise zu solchen Anfangszuständen führen, wie sie von Darwin behauptet werden. Allein das ist offenbar nicht gestattet, weil wir ja zu Zeiträumen gelangen müssen, wo die Bedingungen für das Auftreten der Gezeiten noch nicht vorhanden waren. Darwin sagt zwar, daß er mit 56 Millionen Jahren bis zu seinem vermeintlichen Anfangszustand gelange. Allein er gesteht selbst, daß er dazu einen bestimmten Grad von Consistenz und Festigkeit der Erde annehmen müsse. Nun aber ist in dieser Annahme eine starke Unsicherheit enthalten, so daß der Willkür großer Spielraum gelassen ist; und folglich ist jene Zahlenangabe ganz unzuverlässig. Wir können aber mit weit größerer Sicherheit einen ganz anderen Schluß machen. Nach den neueren Untersuchungen besteht derjenige Theil der scheinbaren Mond-Acceleration, welcher durch die Gezeiten erklärt werden kann, nur in ca 2 Bogensekunden für 100 Jahre. Das bedeutet nun, daß die scheinbare siderische Umlaufszeit des Mondes in 100 Jahren um $^1/_{433}$ Milliontel des Ganzen vermindert wird. Daraus folgt aber, daß der Monat in 433 Millionen Jahren um $^1/_{100}$ seines ganzen Betrages kürzer erscheinen und somit = 27 T. 1 St. 10 M. sein würde [1]). Da sind wir offenbar doch noch sehr weit von dem Zustande, welchen Darwin behauptet. Diese Aenderung in der Dauer des Monates ist eine ganz mäßige; und wir müßten doch, um bis zu ihr zu gelangen, um 433 Millionen Jahre rückwärts gehen. Aber dürfen wir denn

[1]) Anm. Genauer betrachtet verhält sich die Sache so: die Acceleration ist nur eine scheinbare, und beruht darauf, daß sowohl der Umlauf des Mondes als auch die Rotation der Erde verlangsamt wird, letztere aber nach den Principien der kosmischen Mechanik — sofern eben nur die Wirkung der Gezeiten in Betracht gezogen wird — in einem ca $2^6/_7$ mal stärkeren Verhältniß als jener. Deshalb würde nach einem solchen Zeitraum in Wirklichkeit der Monat um $^7/_{1200}$, d. h. um 3 St. 51 M. länger sein, während der Tag um $^{19}/_{1200}$ oder $22^3/_4$ Minuten zugenommen haben würde. Vor jenem Zeitraum würde beides um resp. die gleichen Beträge kürzer gewesen sein. Scheinbar aber — d. h. gemessen mit den kürzeren Stunden — wäre der Monat um 6·6 Stunden länger gewesen.

Digitized by Google

das? Vor 400 Millionen Jahren wird sehr wahrscheinlich sowohl die Erde als auch unser Mond noch gar nicht existirt haben. (vgl. S. 188 und 189). Der Zustand unseres System's war damals ein ganz anderer, und andere Vorgänge spielten sich in jenen Zeiten ab als Gezeiten-Erscheinungen. Der Schluß, welchen Darwin rückwärts macht, ist also ein ganz unzulässiger. — Die darauf gestützte kosmogonische Hypothese ist sonach ebenfalls mindestens ebenso unhaltbar. Doch sprechen gegen dieselbe auch noch andere gewichtige Gründe. So ist z. B. die Thatsache, daß Phobos eine mehr als 3mal kürzere Umlaufszeit hat als die Rotationsdauer des Mars beträgt, mit dieser Anschauungsweise ebenso unvereinbar wie mit der Laplace'schen Ringtheorie; ein Umstand, welcher auch von Prof. D. Kirkwood alsbald nach Veröffentlichung der Darwin'schen Untersuchung als Gegenbeweis geltend gemacht wurde. — Wenn die Rotation der Erde durch die Wirkung des Mondes so stark verlangsamt worden wäre, dann müßten Venus und Merkur, welche keinen Mond haben, noch ihre schnelle Rotation von ca 5 Stunden behalten haben. — Ferner können wir doch mit einer kosmogonischen Theorie nicht bei unserer Erde resp. den secundären Systemen stehen bleiben. Wir würden vielmehr consequent dahin geführt, anzunehmen, daß auch alle Planeten aus der Sonne ausgeschleudert worden seien. Allein das plausibel zu machen, dürfte auch dem tüchtigsten mathematischen Künstler nicht gelingen. —

Ein ganz wesentlicher Theil der von uns vertretenen kosmogonischen Theorie besteht in der Annahme von höchst zahlreichen kleineren *Nebelballen*, welche in den immensen interstellaren Räumen zwischen der Sonne und den Fixsternen entstanden und gegen einander gravitirten. Aus ihnen bildete sich allmählich in Folge unzähliger *Zusammenstöße* der große Ball, aus welchem unser Planetensystem entstehen sollte. Nachdem dieser sehr stark prädominirend geworden war, mußten die Bahnen aller dieser kosmischen Gebilde, welche vorher im höchsten Grad verwickelt waren, auf diesen einen Ball als Centralkörper sich beziehen. Sie bewegten sich um ihn in Gestalt von riesigen Kometen in unermeßlich langen Ellipsen; und der Mehrzahl nach vereinigten sie sich mit ihm, wobei sie ihm die Rotation ertheilten. Die übrig bleibenden aber bildeten eine Art zur Sonne gehöriges Kometensystem. Ihre Zusammenstöße mit der Sonne und den Planeten wurden immer seltener, hatten aber doch noch Energie genug, um die Ebenen der Bahnen und Aequatore etwas zu alteriren (S. 67...).

Digitized by Google

Diese Theorie wird von dem englischen Kritiker in „Nature„ sehr abfällig beurtheilt; aber Gründe von einigem Gewicht werden keine dagegen angegeben. Die vorgebrachten Gründe sind: 1°. daß der Ursprung der Kometen nicht ein so unabhängiger gewesen sein kann, wie es für unsere Theorie angenommen werden müsse; 2°. daß dieselben nicht als „Eindringlinge in unser System" angesehen werden dürfen, sondern vielmehr zu demselben gehören. Wäre es anders, dann müßten solche Himmelskörper weit zahlreicher von der Seite des „Apex" der Sonne (d. h. dem Punkt, gegen welchen das Sonnensystem sich bewegt) kommen, als aus andern Richtungen, während die Beobachtungen zeigen, daß sie von allen Seiten in gleicher Menge kommen. — 3°. Wenn die Bewegungen der Kometen unabhängig wären, müßten die Bahnen hyperbolische sein, was nicht der Fall ist.

Bei diesen Gegenbemerkungen scheint nicht die Klarheit der Ideen zu herrschen, welche wünschenswerth wäre. Alle diese Gründe gehören nämlich gar nicht zur Sache. Ob die Kometen einen unabhängigen Ursprung hatten oder nicht, ob sie „Eindringlinge" in unser System sind oder zu demselben gehören, ob die Bahnen hyperbolisch sind oder nicht, das hat mit unserer Theorie gar nichts zu thun. Denn auch wenn die damaligen Nebelbälle zu unserm System gehörten, wie die Kometen der Jetzt-Zeit, so ist doch klar, daß, wenn ein solcher Körper excentrisch in den Sonnenball stürzte, die Rotations-Elemente desselben alterirt werden mußten. Und ebenso einleuchtend ist, daß diese Wirkung nicht davon abhängt, daß die Bahn hyperbolisch sei.

Allein selbst wenn die vorgebrachten Gründe gegen die Theorie sprächen, so sind sie doch in sich selbst unhaltbar. Denn 1°. daß jene Nebelbälle nicht einen unabhängigen Ursprung gehabt haben sollten, ist schwer zu begreifen. Der große Sonnenball war nämlich ursprünglich ein ebensolcher Gasball wie alle andern; und erst im Laufe sehr langer Zeiträume bildete sich eine so mächtige Präponderanz aus, und zwar gerade in Folge der unzähligen Zusammenstöße mit eindringenden Nebelmassen. Die interstellaren Räume sind nun von immenser Größe; und ohne Zweifel werden auch in Entfernungen von 50 und mehr Billionen Kilometer zahllose solche Nebelballen entstanden sein. Und ein solcher Ursprung sollte nicht unabhängig gewesen sein von dem um 6 Lichtjahre entfernten kleinen Embryo der zukünftigen Sonne, welcher erst nach vielen Jahrmillionen so stark anwachsen konnte, daß seine anziehende Kraft in jenem Abstand auch

Digitized by Google

nur vermerkt werden konnte? — 2°. Daß jene kosmischen Massen die translatorische Bewegung der Sonne mitmachen, das wird als Beweis angesehen, daß sie zum System der Sonne gehören, oder als gleich bedeutend damit. Das ist aber nicht zutreffend. Es gibt ganze Tracte am Himmel, wo fast alle Sterne eine annähernd gemeinsame Eigenbewegung haben, und doch kann man nicht sagen, daß einer von ihnen ein Centralkörper sei, und alle übrigen zu dessen System gehörten. Der Grund ist klar: die Eigenbewegung der Sonne und anderer Fixsterne ist die Wirkung der Gravitation vom ganzen Sternhimmel. Also werden auch andere Körper, welche von der Sonne um 100 Billionen Kilometer abstehen, und gewiß nicht zu ihrem System gehören, doch von diesen Kräften angenähert ebenso beeinflußt wie die Sonne selbst. Dieselben werden also die translatorische Bewegung der Sonne mitmachen, folglich auch nicht vorzugsweise vom „Apex" her uns ihre Besuche machen, sondern von allen Seiten her gleichmäßig. Und doch beweist das nicht, daß sie zu unserm System gehörten. — 3°. Ebenso wird geschlossen, daß die Kometen zum Sonnensystem gehören daraus, daß die Bahnen nicht hyperbolisch seien. Der Herr Kritiker scheint zu glauben, alle Körper, welche nicht zu demselben gehören, könnten sich nur in hyperbolischen Bahnen um die Sonne bewegen. Das ist ein Irrthum; und lange bevor Mr Faye den Nachweis lieferte, daß keine einzige sicher hyperbolische Bahn existirte, war es mir a priori klar, daß eine solche nur ganz ausnahmsweise existiren könne. Denn eine hyperbolische Bahn ist nur dann möglich, wenn die Bewegungs-Energie des betreffenden Körpers größer ist als sein Potential in Bezug auf die Sonne. Nun wird aber die Bewegung durch die Anziehung dieses Centralkörpers hervorgebracht; und folglich ist es unmöglich, daß die Energie durch Einwirkung der Sonne größer sei als das Potential; und deshalb sind *alle* Bahnen aus sich elliptisch. Nur die Störungen von Seiten anderer Körper können daran etwas weniges ändern, da die Wirkung, welche dieselben bei ihrer relativen Annäherung ausüben, in Bezug auf mitgetheilte *Energie* fast vollständig aufgehoben wird durch den während der Entfernung ausgeübten Einfluß. Nur unter ganz ausnahmsweisen Bedingungen könnte dadurch eine elliptische Bahn in eine hyperbolische verwandelt werden. — Es ist ferner 4°. einleuchtend, daß die Gründe, welche vorgeführt werden, auch wenn sie beweiskräftig wären, doch nur für unsere gegenwärtigen Zustände Geltung haben. Dieselben können also nicht ohne weiteres auch für

Digitized by Google

jene kosmogonischen Perioden als geltend angenommen werden. — Endlich 5°. lehren die Beobachtungen nach den Untersuchungen von Svedstrup, Tillo u. A., daß die Mehrzahl der Kometen ihr Perihel in der Milchstraße haben. Das scheint doch ein klares Zeichen, daß dieselben ursprünglich mehr zum Sternhimmel als zum Sonnensystem gehörten.

Gegen die Mitwirkung von Stößen kosmischer Massen bei Bildung des Planetensystem's, kann sonach nichts Gewichtiges eingewendet werden. Aber auch in späteren Zeiten, wo es sich nur noch darum handelte, die vorhandenen Bewegungen in dem bereits ausgebildeten System zu alteriren, wird diese Annahme schwerlich eine so heftige Kritik verdienen, daß sie „radically unsatisfactory" genannt werden dürfte. Es werden aber auch keine Gründe dagegen vorgebracht, sondern blos gesagt, daß solche Zusammenstöße zu „fortuitous" (d. h. wohl „zufällig und selten") wären, und daß „wir haben gelernt, daß Stöße von Kometen die letzte Zuflucht für rathlose Kosmogonisten sind". — Wohl, aber darum handelt es sich nicht, ob wir etwas gelernt haben, sondern ob gute Gründe dafür bestehen; und das ist hier nicht der Fall. Man läßt sich aber hiebei stillschweigend von der Apprehension leiten, daß die Kometen jener Urzeit ziemlich ebenso unbedeutend an Zahl und Größe gewesen seien wie gegenwärtig; und das ist offenbar nicht zutreffend. Die interstellaren Räume diesseits der Fixsterne sind milliardenmal größer als unser Solar-Nebel war. Und da doch aller darin befindliche Stoff zu diesem herabkam, so ist klar, daß in den Urzeiten die Erscheinungen der Kometen ohne allen Vergleich großartiger gewesen sein müssen als jetzt. Man mag also für unsere Zeiten die Ankunft eines Kometen als „fortuitous" bezeichnen; damals war es ganz anders. Könnte man wohl Ereignisse als „fortuitous" bezeichnen, durch welche nahezu die ganze Masse unserer Sonne zusammengebracht worden ist?, und welchen Alles, was im Sonnensystem an Rotations- und Umlaufs-Energie vorhanden ist, seinen Ursprung verdankt?

Aber selbst wenn die Erscheinungen nicht so sehr viel mächtiger gewesen wären, so würden sie doch nicht so absolut außer Stand gewesen sein, die Wirkungen hervorzubringen, um welche es sich hier handelt. Die Schwierigkeit gegen eine solche Annahme beruht nur auf einer unrichtigen Schätzung der Kräfte. Man läßt sich zu sehr impressioniren von der Größe der rotirenden Massen; dagegen wird die gewaltige Energie, welche ein Körper vermöge seiner kosmischen

Digitized by Google

Geschwindigkeit besitzt, unterschätzt. Auch wird nicht bedacht, was von uns (S. 69) hervorgehoben wurde, daß in früheren Zeiten, da die Massen noch ein weit größeres Volum einnahmen, solche Aenderungen der Aequator-Ebene durch weit geringere Kräfte bewirkt werden konnten. So z. B. als der Sonnenball noch bis zur Venusbahn reichte (gerade um diesen Fall handelt es sich), war ihre Rotations-Energie $= \frac{2}{5} \cdot \frac{2020^2}{150^2} M$ (M = Masse, 2020 $M^{\odot}$ = Aequatorial-Geschwindigkeit der Sonne), constante Dichte und Rotation vorausgesetzt. Wegen der ungleichen Dichte ist sie größer anzunehmen. Setzen wir sie sogar 5 mal größer, was sicher nicht zu wenig ist, also $E = 2 . 2020^2 . M : 150^2$. Eine kosmische Masse μ, welche in der Nähe der Venusbahn mit der parabolischen Geschwindigkeit = ca 49500^m ankommt, hat die Energie $e = {}^1/_2 . 49500^2 . \mu$. Wird beides gleichgesetzt, so ergibt sich $M = 3^1375183\ \mu$, oder angenähert $\mu = {}^1/_{10}$ Erdmasse. Daraus folgt, daß eine so geringe Masse eine so starke Energie besäße, um — sofern keine Nebenverluste stattfänden — die ganze Sonnenrotation damals zum Stillstehen zu bringen. Die Nebenverluste konnten damals nicht sehr bedeutend sein, weil die Massen noch im gasförmigen Zustand und somit elastisch waren. Die eindringende Masse wird sich freilich wieder entfernt, und somit nicht ihre ganze Energie abgegeben haben; aber sie mußte unfehlbar wiederkommen, und im gleichen Sinne einwirken, bis ihre ganze Energie in Rotation umgesetzt war. Aber auch wenn wir große Nebenverluste annehmen und den gewiß sehr unwahrscheinlichen ungünstigen Fall eines vollkommen unelastischen Stoßes annehmen, würde eine Masse = dem 23fachen der Erdmasse hingereicht haben, die Richtung des Sonnen-Aequators um 5° (S. 70) zu verändern. Soviel könnte recht wohl noch jetzt innerhalb 100 Jahrmillionen in die Sonne fallen. In jener Zeit aber, da der Sonnenball weit über die Merkursbahn hinausreichte, und die Zahl und Größe der Kometen weit mächtiger war (cf. S. 69 u. 302) sind ohne Zweifel unvergleichlich mehr kosmische Massen in die Sonne gestürzt als jetzt. Die Annahme ist also doch nicht so unmöglich, daß sie „einen transcendenten Grad von Unwahrscheinlichkeit" erreichte. — Betreffs der Ablenkung des Erd-Aequators um 18° (S. 70) gilt das Gleiche. Die Rotations-Energie der Erde ist noch gegenwärtig kleiner als $2.465^2 . m : 5$; während eine kosmische Masse μ die Energie $= {}^1/_2 . 42100^2 . \mu$ hat. Beides ist gleich für $m = 10250 . \mu$. Ein Komet von der Größe des Do-

Digitized by Google

nati'schen würde also nach der wahrscheinlichen Schätzung von dessen Masse soviel Energie haben, als die ganze Rotations-Energie der Erde noch jetzt beträgt. Aber auch wenn wir starke Nebenleistungen und einen vollkommen unelastischen Stoß annehmen, dann würde noch jetzt eine Masse $\mu = 1/500$ Erdmasse hinreichen können, um die Erdaxe um $18^1/_2{}^0$ zu verlegen. Für unsern Fall aber, da der Erdball noch einen 60mal größeren Halbmesser hatte, würde $1/30000$ Erdmasse, d. h. ein mäßig großer Komet, hingereicht haben, selbst unter Annahme eines ganz unelastischen Stoßes. Das ist gewiß nicht etwas so Unmögliches, daß eine so absolut absprechende Kritik gerechtfertigt wäre.

Die Annahme, daß die Anomalien der Planeten-Bewegungen von Stößen kosmischer Massen der Urzeit herzuleiten seien, findet übrigens noch eine weitere Bekräftigung in der großen Excentricität und Neigung der Asteroiden-Bahnen. Für diese kann man keinen irgendwie annehmbaren ursächlichen Grund angeben. Aus unserer Theorie folgt aber ganz naturgemäß, daß die störende Wirkung desto stärker sein mußte, je kleiner die Masse des gestörten Körpers ist. Deshalb ist sie bei den großen Planeten klein und bei den kleinen groß.

Daß die Planeten in der fünffachen gegenwärtigen Entfernung von der Sonne entstanden seien (S. 57), ist offenbar nur als untere Grenze zu verstehen. Die Entfernung könnte wohl auch größer gewesen sein, aber schwerlich kleiner.

Für die Entstehung Neptuns wird die vorausgehende Existenz eines Laplace'schen Ringes angenommen (S. 61). Der Kritiker in „Nature" bezweifelt diese Annahme aus dem Grunde, weil nach Prof. D. Kirkwood zu solcher Umbildung 150 Millionen Jahre erforderlich seien. Nun wenn das auch so unbestreitbar wäre, wie es in Wirklichkeit unrichtig ist, so sind wir ja durch unsere Theorie zu Zeiträumen geleitet worden (S. 188 u. 189), welche weit mehr als hinreichend für solche Umbildung waren. Uebrigens scheint es auffallend, wenn Jemand heutzutage noch die Ansicht ausspricht, daß für gewisse Entwickelungen in der Natur die Länge der Zeiträume nicht ausgereicht hätte. —

S. 87 ... wird die Ansicht ausgesprochen, daß die Erdkruste unter den Oceanen stärker und schwerer sein muß, als unter den Continenten. Ich vergaß dabei zu bemerken, daß diese Theorie zuerst von M: Faye aufgestellt und begründet worden ist. Dieser verdienstvolle Gelehrte hat in dieser Richtung Bahn gebrochen. Vielleicht werden nicht alle Consequenzen, welche M: Faye aus dieser Theorie

Digitized by Google

ziehen zu dürfen glaubt, stichhaltig sein; aber die Theorie selbst hat er gegen alle Angriffe siegreich vertheidigt. Ich selbst habe nur einen oder den andern Beweisgrund mehr für dieselbe beigebracht. —

Die Wärmemenge, welche die Erde während der geologischen Perioden abgegeben hat, wird S. 92 numerisch abgeschätzt. Darin ist offenbar nur eine rohe Annäherung enthalten. Wahrscheinlich ist sogar die Schätzung zu niedrig, da die Abkühlung im Centrum wohl zu gering geschätzt wurde. Denkbar wäre es, daß die Wärme hingereicht hätte, die Oceane 7000-mal zu verdampfen (anstatt 2500-mal). Doch die darauf gestützten Betrachtungen werden dadurch nicht wesentlich alterirt. —

Der Vorrath von Wärme, welche noch jetzt in der Sonne enthalten ist, wird S. 93 auf $^1/_{32}$ bis $^2/_{32}$ der gesammten Verdichtungswärme geschätzt. Diese Angabe weicht stark ab von den Resultaten, zu welchem Prof. Dr. A. Ritter in seinen „Anwendungen der mechanischen Wärmetheorie auf kosmologische Probleme" (Hannover 1879 bei C. Rümpler) gelangt ist. Dieses vortreffliche Werkchen, welches ich leider erst zu Ende 1887 kennen lernte, behandelt mit Hilfe der Analysis viele von den Fragen, welche wir auf mehr populäre Weise besprochen haben. Bei aller Vortrefflichkeit des Werkchens ist indeß doch nicht zu verkennen, was auch der Verfasser ausspricht, daß es nur ein Versuch ist — und zwar wird es in dieser Ausdehnung ein erster Versuch sein —, unter Annahme gewisser Voraussetzungen, die daraus sich ergebenden Folgerungen streng auszuführen. Diese Voraussetzungen sind 1° daß der Normal-Zustand der Gase in einer kosmischen Masse der des indifferenten Gleichgewichtes sei (vgl. S. 82, 131...) und 2° daß es vollkommene Gase seien (d. h. solche, welche sowohl das Mariotte'sche als das Gay-Lussac'sche Gesetz rigoros befolgen). Aus diesen Prämissen gelangt der Verfasser zu höchst interessanten Schlußfolgerungen. Doch die Voraussetzungen selbst sind keineswegs sicher. Denn es scheint vielmehr ein allgemeines Gesetz zu sein, daß die Natur in allen Erscheinungen nach einem stabilen Zustand strebt; ein indifferentes Gleichgewicht besitzt aber keine Stabilität. Auch sehen wir z. B. an unserer Atmosphäre, daß da ein sehr stabiles Gleichgewicht besteht, welches im Falle von Störungen durch sehr energische Vorgänge wieder hergestellt wird. Die Annahme des vollkommenen Gaszustandes, sieht sich der Verfasser selbst gezwungen, sogar für den Sauerstoff der Atmosphäre zu verlassen; auch lehren die angestellten Versuche, daß

Digitized by Google

unsere Gase bei hohem Druck sehr bedeutend vom Mariotte'schen Gesetze abweichen. Auf der Sonne aber werden in Folge des enormen Druckes viele Substanzen weit von jenem idealen (cf. S. 308), und manche sogar im tropfbar flüssigen Zustand sich befinden. Zudem sprechen aber auch einige sehr auffallende Folgerungen, welche aus jenen Voraussetzungen sich ergeben, gegen die Zulässigkeit derselben.

In Betreff der gegenwärtigen Frage nun findet der Verfasser, daß in der Sonne noch etwas über $^4/_5$ der ganzen Verdichtungswärme enthalten sei. Doch wenn das richtig wäre, dann müßten wir für die Sonne ganz enorme Temperaturen annehmen. Der Verfasser selbst zieht denn auch den Schluß, daß, wenn die Sonnengase sich wie unsere atmosphärische Luft verhielten, in dem Centrum der Sonne eine Temperatur von 450 Millionen Grad C. herrschen müsse, und daß zudem dieselbe noch jährlich um 60° C., also in einem Jahrhundert um 6000° C. zunehme! Ein solches Resultat wird man wohl nicht leicht annehmen, so lange nicht beide Voraussetzungen als vollkommen sicher erwiesen sind.

Auch in Betreff des Alters der Sonne und der Erde gelangt Ritter zu ganz anderen Resultaten, als wir oben gefunden haben (S. 188 u. 189). Nach seinen Deductionen soll der Sonnenball, um sich von der Größe der Erdbahn bis zu den jetzigen Dimensionen zusammenzuziehen, nicht mehr als $7^1/_2$ Millionen Jahre (7,458000) gebraucht haben. Doch wird für diese Deduction noch eine weitere Voraussetzung gemacht, daß nämlich während dieses ganzen Processes jedes Jahr gleichviel Wärme ausgestrahlt worden sei. Das ist nun aber doch wohl sicher unzulässig, da eine Sonne offenbar weit mehr Wärme ausstrahlt als eine Nebelmasse. Auch gibt Ritter an, daß wenn die Ausstrahlung proportional der dritten Potenz der Temperatur wäre, der Zeitraum = 40 Millionen Jahre gefunden würde. Unter Annahme der 4. Potenz (Stefan'sches Gesetz) wäre gewiß noch weit mehr gefunden worden. Allein der Hauptfehler der Deduction scheint darin zu liegen, daß die allgemeine Aenderung der Zustände nicht hinreichend berücksichtigt worden ist. Ritter denkt sich — so viel ich sehe — den kosmischen Ball beständig als ein Sphäroid, an dessen Oberfläche die Wärme frei ausgestrahlt wird, ähnlich wie es anscheinend jetzt auf der Sonne stattfindet. Das ist nun aber doch nicht zutreffend. Ganz an der Oberfläche eines kosmischen Nebelballes ist jedenfalls der Urstoff höchst verdünnt, und seine Temperatur fast gleich der des Weltraumes, somit die Strahlung fast gleich Null. Die Temperatur

Digitized by Google

steigt erst tief im Innern erheblich); und ohne Zweifel hat das Licht der Sonne angefangen mit einem kleinen glühenden Central-Kern. Die Wärme aber, welche von diesem ausgestrahlt wurde, mußte durch alle äußeren Schichten des Nebelballes wie durch eine viele Millionen Meilen hohe Atmosphäre sich hindurcharbeiten, ehe sie aus dem Ball herausstrahlen konnte. Dieser Umstand, der von uns (S. 102) hervorgehoben wurde, mußte offenbar die Quantität der ausgestrahlten Wärme in einem sehr starken Verhältniß abschwächen. Auch wird diese Constanz der Ausstrahlung schon deshalb nicht bestehen können, weil die gegenwärtige Strahlung der Sonne höchstwahrscheinlich von glühendflüssigen Tröpfchen von C, B und Si ausgeht (vgl. S. 132—134), während in früheren Perioden wirkliche Gase ausstrahlten, welche bekanntlich ein weit geringeres Ausstrahlungs-Vermögen besitzen. Mit Rücksicht auf diese Umstände können wir wohl sagen, daß die von uns angegebenen Zahlenwerthe im Grunde mit den von Ritter gefundenen nicht im Widerspruch stehen.

Die Temperatur der Sonne an der Oberfläche der Photosphäre haben wir auf ungefähr 60000° C. geschätzt (S. 133). Die davon sehr stark abweichenden niedrigen Werthe, welche Pouillet, Violle u. A. fanden (1500—2000°) stützen sich auf das „Dulong-Petit'sche Gesetz" der Ausstrahlung, welches sich als gänzlich verfehlt erwiesen hat, indem es schon bei ca. 1300° C. die Strahlung etwa 23 mal zu stark angibt, und für noch höhere Temperaturen der Fehler in rapid wachsendem Verhältniß zunimmt. In neuester Zeit nimmt man das Stefan'sche Gesetz (S. 34, 36) als ausschlaggebend an, und leitet daraus eine Temperatur von 6000—7000° C. ab. Wir haben nun dieses Gesetz vielleicht etwas zu scharf beurtheilt, da es in der That doch den Experimenten bis zu ziemlich hohen Temperaturen (ca 1200° C.) gut entspricht. Allein daraus folgt nicht, daß das Gesetz auch für excessiv hohe Temperaturen strenge Geltung habe. Im Gegentheil, das scheint sehr unwahrscheinlich, da wir sonst zu Widersprüchen mit anderen Gesetzen geführt würden, welche besser begründet sind als dieses. So ist die Theorie der horizontalen Stürme in der Chromosphäre (S. 147 . . .) nur haltbar, wenn dem Wasserstoff in der Nähe der Eruptionen eine Temperatur von 200000 bis 300000° C. zugeschrieben wird. Wäre dieselbe nur = 20000° oder 10000°, so müßten wir gemäß der Formel (S. 150) annehmen, daß das Mariotte-Gay-Lussac'sche Gesetz ein 300- resp. 600-mal zu kleines Volum angebe. Das geht nun doch wohl nicht an, daß man diesen Gesetzen solche

Digitized by Google

Abweichungen zuschreibe, um das Stefan'sche Gesetz als genau richtig beizubehalten. — Aber auch abgesehen von dieser unserer Theorie, ergibt sich aus den Gesetzen der mechanischen Wärmetheorie, daß die Temperatur der metallischen Eruptionen gegen 1000000° C. sein muß (S. 149) und vielleicht noch höher, da Hirn dafür 2·200000° C. fand (S. 35). Ganz Aehnliches gilt nun aber auch für die Wasserstoff-Protuberanzen. Bleiben wir bei den für diese gemachten Annahmen (S. 138), welche eher zu gering als zu stark sein werden, daß nämlich auf je 3000 Meilen Tiefe der Druck sich verhundertfache, so wird die thermo-dynamische Formel $(P : P_1)^{0{,}2874} = T : T_1$ ergeben, daß die absolute Temperatur in derselben Höhen-Differenz fast die 4-fache sei. Mit Rücksicht auf die Abweichungen des Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetzes ergibt sich etwa das 3-fache. Nun ist aber der Wasserstoff bis zu der höchsten Höhe der Protuberanz noch glühend, und folglich gewiß seine absolute Temperatur nicht unter 1000° C. Wenn also die Temperatur des aufsteigenden Wasserstoffes = 6—7000° wäre, so könnte es keine Protuberanzen geben, welche höher als ca 5000 g. Meilen (ca 50″ im Winkel) hoch wären. Man findet aber gar nicht selten solche, welche 15000 g. Meilen hoch sind und noch höhere. Für diese Höhe gibt die Formel 243000° C. als Ausgangstemperatur. Diese Hitze entsteht nun dadurch, daß tief aus der Photosphäre überhitzte Metalldämpfe in die Chromosphäre emporgeschleudert werden (vgl. S. 136, 137); aber man sieht doch daraus, daß für die oberen Schichten der Photosphäre die Temperatur mit 60000° nicht zu hoch geschätzt sein wird. Der ausgezeichnete Thermo-Dynamiker Hirn nimmt dieselbe zu 50000—100000° C. an.

Unsere Sonnentheorie findet von Seiten des Kritikers in „Nature“ manchen Tadel. Schon die Angabe, daß der Druck im Mittelpunkt der Sonne ca 2000 Millionen Atmosphären betrage, wird mit der befremdlichen Bemerkung abgeurtheilt, daß Ziffern manchmal als „eitele und sinnlose Symbole dienen müssen“. Der Herr Kritiker scheint zu glauben, so etwas könne gar nicht berechnet werden; sonst hätte er aus S. 117 und 30 wohl entnehmen können, daß die Zahlenangabe auf einer strengen Rechnung beruht. Bei constanter Dichte der Sonne würde der Druck = 1325 Millionen Atmosphären sein. Ich habe die Rechnung aber auch durchgeführt für variable Dichte. Wird das Dichte-Gesetz von E. Roche (vgl. S. 185) angenommen, und das Verhältniß der Dichte im Centrum zu der an der Oberfläche = 10 oder 100 vorausgesetzt, so ergibt sich der Druck

Digitized by Google

zu 2856 und resp. 3220 Millionen Atmosphären. Das sind keine sinnlose Symbole, wie der Kritiker meint.

Auch die Theorie der metallischen Protuberanzen oder Eruptionen gefällt dem Kritiker nicht; und er stellt die Behauptung auf, daß die Flecken die primäre Erscheinung seien, und die Eruptionen erst durch diese herbeigeführt würden. Es wird gesagt: „Wir „verstehen, daß, wenn relativ kühle Massen aus der Region der Co„rona sich senken und die Photosphäre durchbrechen, dadurch das pre„käre Gleichgewicht in der Tiefe gestört wird und . . . Fackeln und „. . . ausbrechende Flammen . . . veranlaßt werden." Dabei scheint der Kritiker nicht daran gedacht zu haben, daß es ganz unmöglich ist, daß Massen des Corona-Stoffes die Photosphäre durchbrechen. Diese Stoffe würden bei einem solchen Sinken durch die Verdichtung so stark erhitzt werden, daß sie an der Photosphäre mit einer höheren Temperatur ankommen müßten, als diese selbst besitzt; und auch abgesehen davon sind sie unter gleichem Druck und bei gleicher Temperatur wohl 50 bis 100 mal leichter als die schweren Metalldämpfe der Photosphäre.

Die Erklärung der verschiedenen Rotationsgeschwindigkeit in verschiedenen Breiten wird in der Kritik wohl auch nicht mit Billigkeit dargestellt. Ich führe als Hauptgrund für dieselbe die kosmogonische Theorie selbst an, und sage, daß dieselbe „a priori ganz unanswendlich zu einem solchen Schluß leitet" (S. 127), vorausgesetzt allerdings, daß die Zeit noch nicht hingereicht habe, um die Rotations-Unterschiede auszugleichen. Nur als einen Bekräftigungs-Grund, welchen ich erst sehr nachträglich kennen lernte, führe ich die Resultate der Beobachtungen von Young an, von denen ich nicht sage, daß sie einen „indisputablen" Beweis lieferten. Die Kritik wendet sich aber nur gegen diese accessorische Bestätigung, und läßt die Sache so erscheinen, als ob durch die Unsicherheit derselben die ganze Methode der Erklärung abgethan sei. — Daß diese Beobachtungen sehr schwierig sind, ist allbekannt; aber wenn die Resultate mit meiner Theorie übereinstimmen, so bekräftigen sie doch offenbar dieselbe. — Eine weitere Bekräftigung der Theorie liegt aber — obgleich ich das nicht ausdrücklich sagte — in dem merkwürdigen Verhalten Jupiters (S. 73), welches in dieser selben Theorie — und nur in dieser — eine befriedigende Erklärung findet; und ebenso darin, daß dieselbe Annahme auch zu einer Erklärung des zonenweisen Auftretens der Erscheinungen auf der Sonne einen Schlüssel bietet.

Digitized by Google

Diese Erklärung der Zonen nun (S. 151 . . .) findet keine Billigung in der Kritik. Als Grund dagegen wird angeführt 1°, daß die Beobachtungen eine stärkere Ausstrahlung gegen die Pole nicht bestätigen. Es wird dann sogar behauptet 2°, daß ein solcher Zustand eines inneren Sphäroides „nicht eine Stunde anhalten könnte wegen der unausbleiblichen Convectionsströme", und 3°, daß aus den angeführten Ursachen sogar eine entgegesetzte Wirkung entstehen müßte, nämlich eine stärkere Activität in den Polar-Regionen. — Das sind Behauptungen, welche der Kritiker wahrscheintich nicht hinreichend überlegt hat. Wir bemerken dagegen ad 1°: Es wird ausdrücklich gesagt, daß die Hauptwirkung in früheren Zeiten stattfand (S. 129), und daß gegenwärtig der Unterschied der Strahlungen nur noch sehr gering sein wird. Setzen wir ihn also z. B. = 0·001 der ganzen Strahlung, so wird ein so geringer Unterschied von keinem Astro-Physiker je bemerkt werden können; und doch wäre das weit mehr als hinreichend, um jenen Zustand herbeizuführen, a fortiori um ihn zu unterhalten. — ad 2°., Daß Convectionsströme „das künstliche Arrangement in einer Stunde zerstören" würden, das ist nicht nur eine übertriebene, sondern auch eine unhaltbare Behauptung. Außer den bereits angegebenen Gründen (ib. S. 154) spricht dagegen das überaus geringe Gefälle solcher Strömungen. Es handelt sich hier um eine Ungleichheit des Druckes, welche in der Theorie nicht größer angenommen werden müßte, als etwa der Ueberdruck, welcher entstände, wenn um die Pole die Photosphäre um 10 Kilometer höher wäre, während der Weg, durch welchen die Ausgleichung stattfinden müßte, fast gleich dem Sonnen-Quadrant, d. h. ca. 1'000000 K.-M. wäre. Wie lange Zeit würde wohl das Wasser eines Stromes von der Länge der Donau für diese Strecke gebrauchen, wenn es ein solches Gefälle hätte, d. h. wenn es am Ausgang nicht 810, sondern nur $2^1/_2$ Meter höher stände als das Meer? Es würde wahrscheinlich gänzlich stagniren. Und doch ist Wasser sehr beweglich, während die Massen der Sonne in einiger Tiefe (bei 0·1 bis 0·2 des Halbmessers) schon die Consistenz eines sehr dicken Syrups haben werden und der Weg ist ca 4000mal größer als die Länge der Donau. Allerdings fehlen auf der Sonne feste Ufer, welche die Strömung verzögern; aber dafür müßte auch die Unterströmung, welche für jene Convections-Bewegung erfordert würde, auf jenem stark abgeplatteten inneren Sphaeroid und folglich der Schwerkraft entgegen erfolgen. Diese Erwägung läßt erkennen, daß stärker abgekühlte Massen, welche auf jenem Sphaeroid um des-

Digitized by Google

sen Pole herum sich einmal angesammelt haben, nicht nur sehr langsam, sondern nie gegen den Aequator hin abfließen würden. Dieselben würden vielmehr daselbst eine Schichte in Form einer inneren Calotte bilden, welche der Wirkung von Convectionsströmungen, wenn sie allenfalls in geringeren Tiefen doch bestehen sollten, nicht weichen würde. — Daß aber (ad 3°.) die Erklärung eher für eine umgekehrte Erscheinung sprechen würde, das kann Niemand im Ernst behaupten, der sie mit Aufmerksamkeit liest.

Uebrigens sollte es nur „eine Hypothese sein (ib. S. 152), welche nach Beobachtungen und theoretischen Untersuchungen auf ihre Haltbarkeit zu prüfen sei." Durch bloße Behauptungen wird sie wohl nicht umgestoßen werden. Sollte sie sich als unhaltbar erweisen, dann wird es mich freuen, wenn irgend Jemand eine bessere aufstellen wird. Bis jetzt liegt eine solche nicht vor, auch nicht in den gerühmten Resultaten des Engländers Lockyer.

Ich habe schließlich auch versucht, die schwierigste der solaren Erscheinungen, die Periodicität der Thätigkeit zu erklären. Ich leite dieselbe her aus einer periodischen Verstärkung und Schwächung der Wärmeströmung, welche aus den centralen Theilen gegen die Oberfläche hin sicher stattfindet (S. 157, 141). In der rythmischen Beschaffenheit dieser Wärmebewegung liegt das Wesentliche meiner Erklärungs-Hypothese. Daß diese selbst aber „möglicherweise" durch ein mechanisches Pulsiren der Sonnenmasse bewirkt werden könne, das ist eine nebensächliche Zuthat zu der Hypothese, die ich ganz wohl hätte verschweigen können, ohne daß die Hypothese dadurch unvollständig geworden wäre. Es ist, um so zu sagen, eine „Hypothese auf der 2-ten Potenz". Der Kritiker stellt aber die Sache umgekehrt dar, indem er von jenem Rythmus der Wärmebewegung gänzlich schweigt und nur das mechanische Pulsiren des Sonnenkörpers anführt, und daß ich daraus die Periodicität erklären wolle. Demgemäß ist die Sache wieder so dargestellt, als ob mit der Widerlegung dieser ganz nebensächlichen Hypothese die ganze Erklärung ihrem Kern nach widerlegt sei. — Uebrigens — ad abundantiam — würde der Kritiker nicht so leicht eine Unmöglichkeit jener Nebenhypothese beweisen, wie er sie ostentativ als sicher voraussetzt. In Rücksicht auf die immensen Dimensionen der Sonne und nach Analogie der gedeckten Pfeifen ergibt sich, daß eine solche Pulsation des Sonnenkörpers eine Periode von ca $11^1/_9$ Jahren haben würde, wenn die Fortpflanzungsgeschwindig-

Digitized by Google

keit einer Longitudinal-Welle in der Sonnen-Masse 8 Meter betrüge. Nun ist allerdings die entsprechende Geschwindigkeit in unserer Atmosphäre = 330 Meter. Aber daß dieselbe in einer Masse, welche die Consistenz des Glaserkittes (cf. S. 120) hat, nicht sehr bedeutend geringer sein könne, das wird schwer zu beweisen sein. —

Die Einwendung gegen die obige Sonnentheorie, welche auf die Lehre von der kritischen Temperatur gestützt wird, suche ich (S. 167) zu entkräften, indem ich es als unsicher und unbeweisbar hinstelle, ob eine solche kritische Temperatur für alle Stoffe bestehe. Es wäre aber nicht nothwendig, diese Allgemeinheit zu bestreiten. Vielmehr genügt es anzunehmen, daß dieselbe für Kohlenstoff, Bor und Silicium bei ca 60000° C. liege. Niemand wird wohl jemals das widerlegen können. —

Was (ibid.) über die Ursache der Verbreiterungen der Spektral-Linien gesagt wird, könnte unvereinbar scheinen mit der Verbreiterung der Linien in Sonnenflecken. Doch die neuesten Beobachtungen von Young scheinen im Gegentheil zu beweisen, daß diese Verbreiterung nur eine scheinbare ist, während in Wirklichkeit eine unzählbare Menge feiner Linien den Schein hervorruft. —

Man könnte denken, unsere Theorie von den Wasserstoff-Protuberanzen werde dadurch umgestoßen, daß es auch wolkenartige Protuberanzen gibt „ohne allen Stiel". Doch darin liegt kein Widerspruch. Die Protuberanzen werden wohl öfters auch so hoch steigen, daß der Wasserstoff wegen zu starker dynamischer Abkühlung nicht mehr glühen kann. Indem dann diese Massen später wieder langsam sinken, werden sie durch die Verdichtung erhitzt und fangen an wieder zu glühen, wobei sie ganz naturgemäß in der Form von Wolken erscheinen müssen, welche von der Sonne ganz getrennt sind. In andern Fällen wird die Protuberanz mit einem Stiel aufgestiegen, und dann dieser Stiel durch Emporsteigen oder Auflösung verschwunden sein. —

Zu S. 183 Z. 19 könnte noch bemerkt werden, daß auch die Fourier'sche Zahl 66269 (a) ganz gut mit den andern (b c d) stimmt, wenn berücksichtigt wird, daß jene sich auf eine Temperatur-Aenderung an der Oberfläche der Erde bezieht, während eine gleich große Aenderung durch die ganze Masse offenbar einen weit größeren Zeitraum erfordern müßte.

Digitized by Google

Für die Entstehung der Ringgebirge und Krater auf dem Mond wurde S. 110 eine hypothetische Erklärung aufgestellt, welche meines Wissens noch Niemand ausgesprochen hat. So wenig dieselbe ohne weiteres zu verwerfen ist, so ist doch auch nicht zu verkennen, daß das äußere Aussehen nicht gerade zu ihren Gunsten spricht. Nach diesem zu schließen möchte man vielmehr vermuthen, daß die Krater durch Einschlagen kosmischer Massen in den Mond entstanden seien. Diese Theorie wurde schon von einigen Astronomen befürwortet, und sie ist noch nicht widerlegt worden; sie ist wohl auch von uns (S. 109) zu scharf beurtheilt worden. Daß solche Gebilde auf dem Monde sehr zahlreich auftreten, auf der Erde aber nicht, das könnte recht wohl seinen Grund darin haben, daß zu jenen Zeiten, in welchen die kosmischen Massen am zahlreichsten gegen unser System herbeikamen (S. 76, 301..), der Mond bereits in einem Zustand einer geeigneten Plasticität sich befand, während die Erde noch eine glühflüssige Masse war, welche von den Zusammenstößen keine Spur zurückbehalten konnte. Wenn diese Theorie die richtige ist, wie sie in der That ganz annehmbar ist, dann wäre das nur ein neuer und zwar augenfälliger Beweis für die oben ausgesprochenen Ansichten über die Zusammenstöße kosmischer Massen (S. 49.. 69.. 300, 303), welche von gewissen Kritikern so wegwerfend beurtheilt werden.

Wie sehr die Ideen und Wahrheiten durch ihre innere Schönheit, welche S. 208 erwähnt wurde, den Geist des Menschen an sich ziehen, dafür gibt es zahlreiche illustrirende Anekdoten. Wenig bekannt wird die folgende sein, welche doch werth ist, nicht ganz vergessen zu werden. P. Andr. Caraffa S. J. war ein sehr tüchtiger Mathematiker und Professor am römischen Kolleg. Bei seinem eifrigen Studium kam es manchmal vor, daß ihm noch spät Abends eine Idee aufleuchtete, welche er dann vor dem Schlafengehen wenigstens kurz skizziren wollte. Aber indem er schreibt, kommt auch schon der Bruder, welcher alle Zimmer visitirt, um sich zu überzeugen, daß alle Lichter gelöscht seien. „Gleich Bruder, gleich gehe ich zu Bett", ruft ihm P. Caraffa zu, und arbeitete noch etwas weiter. Nach einiger Zeit öffnet sich nochmals die Thüre und ein Bruder kommt herein. P. Caraffa denkt nicht anders, als daß derselbe Bruder nochmals gekommen sei, und sagt wieder: „Gleich Bruder, gleich gehe ich zu Bett". Der aber war der Aufwecker, und erwiderte ihm: „Aber nein, Pater, jetzt ist nicht Zeit zu Bett zu gehen, sondern aufzustehen." Es hatte also P. Caraffa die ganze Nacht hindurch an seinen Studien gear-

Digitized by Google

beitet, und er wußte davon gar nichts, sondern die 6½ Stunden waren ihm vergangen, als ob es 10 Minuten gewesen wären. Was dabei solchen Zauber auf ihn übte, das wird doch wohl nicht ein bloses Phosphoresciren des Gehirns gewesen sein, sondern vielmehr etwas Objektives und Höherstehendes, in welchem der Geist Nahrung und Leben findet. —

Digitized by Google

Druckfehler.

S. 32 Z. 18 lies Meter statt Kilometer.
„ 62 „ 13 „ 81 statt 91.
„ 95 „ 17 „ 2009 „ 2004.
„ 184 „ 23 „ Quatrillionen statt Quintillionen.
„ 193 „ 2 v. u. ist nach „Zahl" einzufügen „in concreto".
„ 224 „ 1 „ „ lies S. 4 statt Jahrg. 1885 S. 165.
„ 231 „ 1 „ „ „ 184—187 statt 184, 184.
„ 242 „ 22 lies nachweisen statt nchweisen.
„ 243 „ 1 „ Wort statt Wor.
„ 266 „ 2 „ wollten „ wollen.
„ 271 „ 9 „ ? „ .
„ 290 „ 25 „ ihrer atheistischen statt ihre atheistische.

Andere kleine Fehler, z. B. S. 262 Z. 10, 263 Z. 6 v. u., 265 Z. 6 v. u., 281 Z. 23, 290 Z. 5 u. a. wird der Leser selbst leicht bemerken und korrigiren.

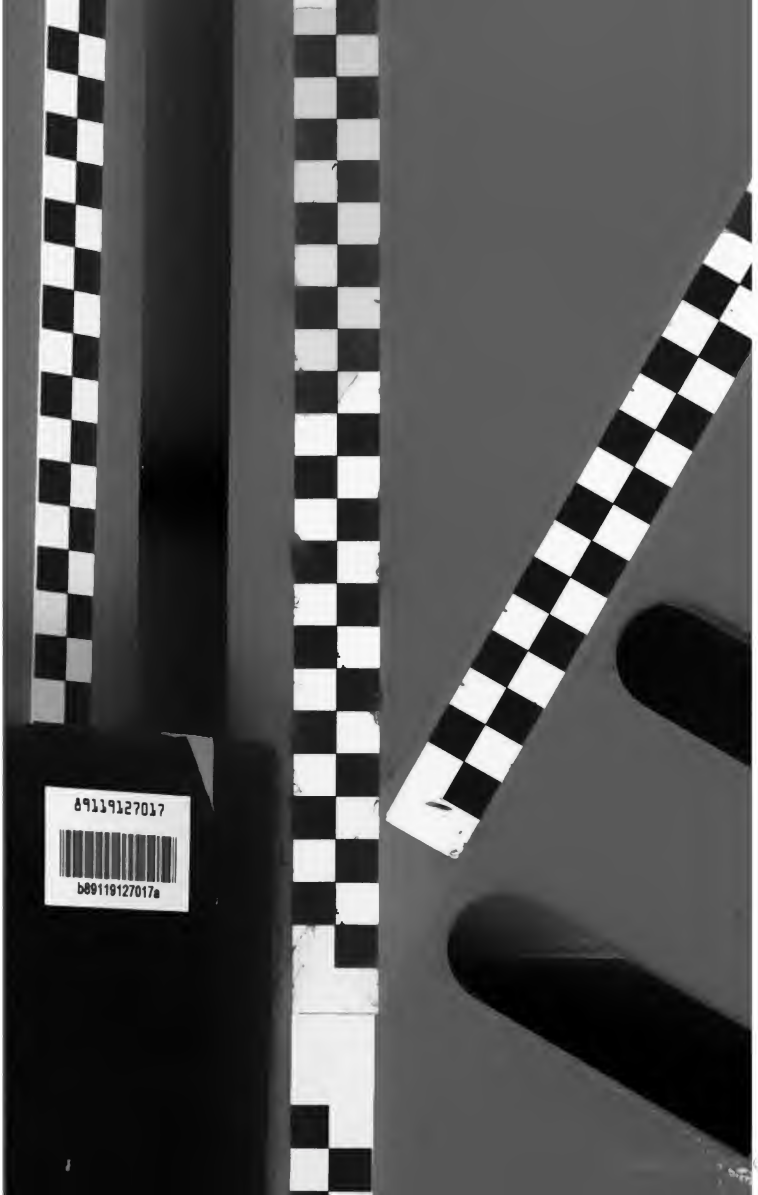
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

89119127017
b89119127017a
Digitized by Google


b89119127017
b89119127017a

89119127017

b89119127017a

Digitized by Google